

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2004-031929

(43)Date of publication of application : 29.01.2004

(51)Int.Cl.

H01L 21/027

(21)Application number : 2003-125440 (71)Applicant : CANON INC

(22)Date of filing : 30.04.2003 (72)Inventor : SUZUKI TAKEHIKO  
INE HIDEKI  
OISHI SATORU  
MATSUMOTO TAKAHIRO  
CHITOKU KOICHI

(30)Priority

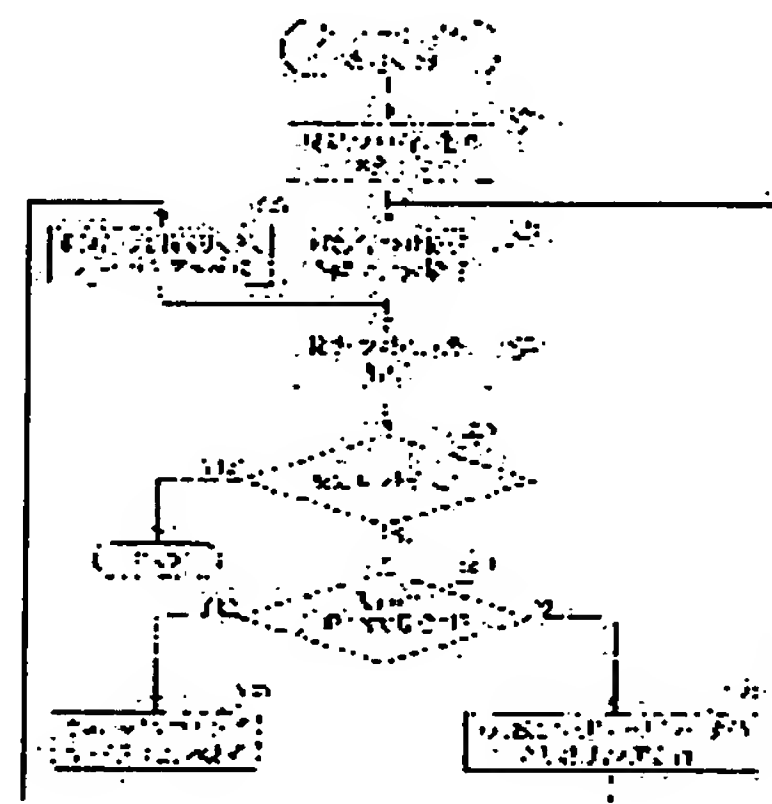
Priority number : 2002129326 Priority date : 30.04.2002 Priority country : JP

(54) CONTROL SYSTEM, CONTROLLER AND CONTROL METHOD, AND METHOD FOR MANUFACTURING DEVICE

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To prevent the reduction of throughput for mass production operation during mass production of industrial apparatus and realize optimization of parameter values during mass production operation.

SOLUTION: The aligner can make measurement using a set parameter value and other parameter values and acquire measured results, and an inspection device can inspect a processing result using the set parameter values of the aligner. The computer (PC) is connected with the aligner and the inspection device, and optimizes the set parameter values on the basis of the processed result obtained through acquisition processing and the inspected result value by the inspection device. The PC obtains the inspected results from the inspection device and accumulates them, and it evaluates the changing status of the processed results according to the accumulated inspected results. Then, on the basis of the evaluation result, it determines the execution of acquisition processing and its



• frequency.

---

## LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 28.04.2006

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

\* NOTICES \*

JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.

2.\*\*\*\* shows the word which can not be translated.

3.In the drawings, any words are not translated.

---

CLAIMS

---

[Claim(s)]

[Claim 1]

The managerial system characterized by having the function to change the frequency of the inspection actuation for changing the value of the predetermined parameter in this industrial device with the managerial system which manages an industrial device.

---

[Translation done.]

\* NOTICES \*

JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

---

DETAILED DESCRIPTION

---

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Field of the Invention]

This invention is effective about alignment [ in / about the industrial device managerial system, the approach, and equipment which manage an industrial device / especially / a semi-conductor aligner ].

[0002]

[Description of the Prior Art]

In the projection aligner for manufacture of a semiconductor device, to be able to carry out the projection exposure of the circuit pattern on a reticle side in high resolution by the wafer side top is demanded in connection with detailed-izing and densification of a circuit. Since it depends for the projection resolution of a circuit pattern on the numerical aperture (NA) and exposure wavelength of projection optics, as the approach of high-resolution-izing, the approach of enlarging NA of projection optics and the approach of short-wavelength-izing exposure wavelength more are adopted. About the latter approach, the exposure light source shifts to i line from g line, and is shifting to excimer laser from i line further. Moreover, also in excimer laser, the aligner the oscillation wavelength of whose is 248nm and 193nm is already put in practical use, and is used.

[0003]

By current, the exposure method of VUV with a wavelength of 157nm which short-wavelength-ized oscillation wavelength further, and the 13nm EUV exposure method are examined as a candidate of a next-generation exposure method.

[0004]

It is also required that alignment of the reticle in which the circuit pattern is formed with detailed-izing of a circuit pattern, and the wafer with which it is projected should be carried out with high precision on the other hand, and the required accuracy is 1/3 of circuit line breadth. For example, the required accuracy in the present 180nm design is 60nm of 1/the 3.

[0005]

Moreover, what also has various device structure is proposed and examination is performed towards commercial production. The role of towage of detailed-izing has shifted to the CPU chip from the memory centering on old DRAM with the spread of personal computers etc. The device for communication system called domestic wireless LAN and Bluetooth with the further IT-izing from now on, The frequency of 77 moreGHz The wireless local loop using the highway traffic system (ITS: Intelligent Transport System) and the frequency of 24-38GHz which are represented with the radar for automobiles to be used () [ LMDS: Local ] Development of MMIC (Millimeter-wave Monolithic Integrated Circuit) used by Multipoint Distribution Service is considered to advance detailed-ization of a semiconductor device further.

[0006]

Moreover, the manufacture process of a semiconductor device is also various, as a flattening technique which solves the problem that the depth of an aligner is insufficient, a W-CMP (Tungsten Chemical Mechanical Polishing) process is already becoming the past thing, and the Dual Damascene process of Cu attracts attention to current.

[0007]

- Moreover, the structure and the ingredient of a semiconductor device are also various, for example, HBT (Heterojunction Bipolar Transistor) which used P-HEMT (Pseudomorphic High Electron Mobility Transistor) and M-HEMT (Metamorphe-HEMT) which were constituted combining compounds, such as GaAs and InP, SiGe, SiGeC, etc. is proposed.

[0008]

[Problem(s) to be Solved by the Invention]

In the present condition of the above semiconductor industry, the equipment variable (= parameter) which should be set up when using semiconductor fabrication machines and equipment, such as an aligner, recognizes a large number existence corresponding to each exposure method and each product. The number of these parameters that should be optimized is huge, and moreover, these parameters are not mutually-independent and are closely related mutually.

[0009]

Conventionally, a device manufacturer's equipment installation person in charge had determined the value (parameter value) of each of these parameters by trial-and-error, and for this reason, huge time amount was taken to determine the optimal parameter value. Moreover, although it may be necessary to change the parameter value of a manufacturing installation again with modification of the manufacture process according to it when a process error occurs, for example even if it is once the value of a parameter is determined, a setup of parameter value had taken huge time amount also in this case.

[0010]

Moreover, in production of a semiconductor device, the time amount which can be spared by initiation of mass production from starting of a manufacturing installation is restricted, and, naturally the time amount which can be spared for the decision of each parameter value is also restricted. Furthermore, in order to raise the operation time of a manufacturing installation also in the viewpoint of CoO (Cost of Ownership), in case the parameter value determined once is changed, it is necessary to perform it quickly. Since it was used as optimization of each parameter value is not made even if it is very difficult in such a situation to manufacture a variety of semiconductor devices with each optimal parameter value and is originally the manufacturing installation which can obtain the high yield, only the unwilling yield could be obtained but the fall of the yield which is not visible had been caused. The fall of such a yield causes the fall of a manufacture increase in cost or a shipment, and reduces competitive strength.

[0011]

This invention is made in view of the above-mentioned technical problem, and aims at making it possible to optimize the value of the predetermined parameter of the industrial device during mass-production operation of an industrial device.

Moreover, this invention aims at enabling achievement of optimization of the parameter value under mass-production operation, preventing reduction of the throughput of mass-production operation.

[0012]

[Means for Solving the Problem]

According to [ in order to attain the above-mentioned purpose ] this invention

The managerial system which has the function to change the frequency of the inspection actuation for changing the value of the predetermined parameter in this industrial device with the managerial system which manages an industrial device is offered.

[0013]

[Embodiment of the Invention]

Hereafter, the gestalt of suitable operation of this invention is explained, referring to an accompanying drawing.

[0014]

Each following operation gestalt explains the case where the parameter used for alignment processing of semi-conductor exposure as a parameter set as the object of optimization is used, using a semi-conductor aligner as an industrial device.

[0015]

<The 1st operation gestalt>

First, the outline of the configuration of the semi-conductor exposure device-management system



(henceforth, exposure managerial system) by this operation gestalt and actuation is explained using drawing 1 and drawing 2. In addition, below, it is OAP about the optimization system of the alignment variable corresponding to a mass-production machine. : Optimization for Alignment Parameter in volume production is called, and the example which applies OAP to the alignment system of an aligner is explained. in addition, the conditions of the alternative data of an active parameter not hitting are also included in direct numeric values, such as arrangement of a sample shot, and selection of an alignment method, as well as the numeric value of the parameter which can set up the parameter value in this detail in the letter numerically. Naturally, fluctuation elements in equipment other than numeric values, such as alternative, and a general condition are included also for a notation called a variable in addition to a numeric value.

[0016]

Drawing 1 is drawing showing the outline configuration of the whole exposure managerial system by this operation gestalt. The exposure managerial system of this operation gestalt has the configuration to which these were connected by LAN6 (for example, in the company [ LAN ]) including two or more semi-conductor aligners (henceforth an aligner) 1 and 2, superposition test equipment 3 and a central processing unit 4, and a database 5. A central processing unit 4 sucks up the various measurement values from aligners 1 and 2 and superposition test equipment 3 etc., and puts in a database and saves them in a database 5. And while aligners 1 and 2 carry out mass-production operation, parameter value is optimized and it notifies to aligners 1 and 2.

[0017]

Next, the sequence of OAP by the 1st operation gestalt is explained using drawing 2. First, it supposes that the wafer exposed to an aligner 1 was carried in, and suppose that the reticle corresponding to it was set up in the aligner ( drawing 2 un-illustrating).

[0018]

In an aligner 1, global alignment which performs location measurement of the wafer in the X-Y stage precision reliance with a laser interferometer called AGA:Advanced Global Alignment with the value (= parameter value) of the variable first set as Job is performed. And the wafer scale factor at that time, wafer rotation, and a shift amount (hereafter, these may be named generically and it may be called AGA data) are calculated (processing 11). The AGA data acquired here win popularity to PC4 which controls OAP behind, and are passed to it (data transfer 18).

[0019]

Next, a stage is again driven using the stage drive information in that case, also with parameters other than Job, AGA measurement is performed and a wafer scale factor, wafer rotation, and a shift amount (AGA data) are calculated based on this measurement result (processing 12). This AGA data is also delivered to PC4 which controls OAP as well as the AGA data for which it asked with the parameter value set as previous Job as a value (data transfer 18).

[0020]

Furthermore, in data transfer 18, it also performs delivering all the alignment signals detected when AGA was performed to PC4. The system which delivers this alignment signal to PC4 is called ADUL:Alignment Data Up Load.

[0021]

If it finishes taking all data concerning AGA measurement as mentioned above, exposure processing of a wafer will be performed based on the AGA data obtained with the parameter value set as Job (processing 13). The above processings 11-13 are processings performed in an aligner 1 (or aligner 2).

[0022]

Next, the wafer by which exposure processing was carried out is developed, it is conveyed by superposition test equipment 3, and an alignment result is measured with superposition test equipment 3 (processing 14). In addition, based on AGA data, global alignment of the measurement of an alignment result is carried out, and it is [ which in spite of having carried out exposure printing can actually be shifted and burned on the wafer, and ] measurement of the amount (the amount of alignment gaps).

[0023]

In PC4 which controls OAP, it puts in a database, the measurement result (what is depended on the

parameter value set as Job, and the thing to depend on other parameter value are included), i.e., the AGA data, in AGA called the wafer scale factor which received from the aligner and was passed by the above-mentioned data transfer 18, wafer rotation, and shift amount, and stores in a database 5 (processing 15). Furthermore, about the alignment signal detected when AGA was performed, another signal processing is performed (in addition, this is also equivalent to modification of parameter value), the false wafer scale factor at that time, wafer rotation, and a shift amount (false AGA data) are guessed, and similarly it puts in a database, and stores in a database 5 (processing 15).

[0024]

Furthermore, the result inspected with superposition test equipment 3 is also passed to PC4 (data transfer 19), is made to correspond with the AGA measurement value in the aligner already put in a database by above-mentioned processing, and is put in a database (processing 15).

[0025]

Although another signal processing is signal processing by the different algorithm here, for example, the self-template method is held by JOB setup by the technique of pattern matching, in the exterior PC 4, the edge of a different algorithm, for example, a signal, is detected, and it says adopting the technique of carrying out location detection, and the algorithm which searches for the core of edge spacing after carrying out the approximation of function of the signal and asking for an edge. By doing in this way, the sensitivity over distortion of a signal etc. can choose the optimal signal processing in consideration of the property depending on the algorithm of signal processing. In addition, the processing which the window width which limits the signal range used even if mode of processing is the same as this another signal processing changes shall also be included.

[0026]

Moreover, if the example of another, various signal processing is given, there is the following mode of processing. namely

Clinch symmetry approach,

Edge differentiation,

The template pattern matching method,

The above-mentioned approach which considered Wavlet conversion as pretreatment,

\*\*\*\*\*. Such various technique omits detail explanation with this application for the technique known well.

[0027]

Furthermore, the result inspected with superposition test equipment 3 is also passed to PC4 (data transfer 19), is made to correspond with the AGA measurement value in the aligner already put in a database by above-mentioned processing, and is put in a database (processing 15).

[0028]

The specified wafer performs correlation with the AGA data and false AGA data which were put in a database as mentioned above, and the measurement result by superposition test equipment 3, and the active-parameter value over Job current in use judges whether it is the optimal (processing 16). The wafer of this assignment is a wafer set up as an object for measurement out of all the wafers that an operator exposes (every [ for example, ] several sheets) in advance. If total inspection in a lot is conducted, although time amount may be taken superfluously, therefore superposition inspection is conducted by 1 lot total at first, specifically, it will specify which wafer from the result, if it turns out with a lot that there is little precision dispersion, will be inspected by setting up in a lot one sheet, and the first every several sheets and wafer which an operator inspects beforehand.

[0029]

As decision whether to be the optimal or not, predetermined evaluation values (for example, a shift amount, a rotation, etc.) specifically compare with the evaluation value in a current active-parameter value. If parameter value from which an evaluation value good beyond the threshold which asks by the rule of thumb etc. beforehand and is installed in PC4 is acquired exists In the lot exposure after the lot, it is used as an active-parameter value over the Job concerned by making the parameter value into the optimal parameter value at aligners 1 and 2 reflecting the optimal parameter value (processing 17). Even if there is parameter value to which an evaluation value becomes good from the thing in a current active-parameter value If there is only a difference of extent which does not

exceed a threshold between both evaluation values, it is in error range. For example, it judges that the effectiveness acquired by changing parameter value is small, and there is possibility of other bad influences (for example, the throughput fall by setting modification time amount, degradation of other exposure conditions, etc.) by the parameter value modification by one side, and a change of Job parameter value is not made.

[0030]

By repeating the above processings, when process fluctuation occurs, henceforth [ the next lot ], parameter value is optimized and becomes usable.

[0031]

Thus, for a mass-production site, without inquiring a special wafer apart from a mass-production action, it is using an OAP system and it becomes possible to optimize the value of an alignment variable. For this reason, the thing of an aligner to do for the improvement in effectiveness ability becomes possible, without dropping productivity.

[0032]

Again, it can be said as follows that OAP in this operation gestalt is expressed briefly. That is, it is Feed Forward System which optimizes the parameter value of the alignment which acquires or guesses the real alignment signal in an AGA shot, and uses it henceforth [ the next lot ] also with parameter value other than the parameter value set as Job as compared with a superposition test equipment result.

[0033]

Here, the definition of Feed Forward as used in the field of this operation gestalt and its opposite Feed Back is performed.

[0034]

First, although it is Feed Back, it is the thing of the precedence processing said commonly. It is the approach of performing alignment and exposure about Send-a-head Wafers of several sheets, calculating Offset with superposition test equipment, carrying out the Offset input of the result to an aligner, and specifically processing the remaining Wafers of the lot before exposure processing of a lot.

[0035]

Especially in the case of a little lot, since CD-SEM measurement is performed, it is the appearance which is calculating Offset with superposition test equipment between them in many cases. In such a case, if this operation gestalt is applied, effectiveness will be demonstrated more.

[0036]

On the other hand, Feed Forward is the approach of using the result of a front lot for various numerical processings, carrying out, without using Send-a-head Wafer. It thinks that it is more advantageous in CoO to use the time amount (UpTime) which is working to the actual condition of an expensive aligner from precedence processing, making it high. the variable with which, as for this premise, current is set up although effectiveness shows up if applied in the site of mass-production manufacture -- the outline right -- things are required.

[0037]

It is as follows if the flow of the processing of OAP shown in drawing 2 is indicated again briefly. namely

(1) With an aligner, perform AGA using the active-parameter value (a mark, lighting mode, AGA Shot arrangement \*\*\*\*) of Job, and incorporate the AGA data and the alignment signal which were acquired to the OAP control PC.

(2) Perform AGA measurement similarly with parameter value other than the active-parameter value of Job, and incorporate the AGA data and the alignment signal which were acquired.

The alignment signal incorporated in (3), (1), and (2) is processed by different art, and false AGA data are computed further (as a different art, there is modification of Window width of face etc., for example).

(4) An aligner carries out exposure processing of the wafer based on the AGA measurement result of having used the active-parameter value.

(5) A wafer [ finishing / exposure ] is conveyed by superposition test equipment 3, and measurement of the actual amount of alignment gaps of an exposure baking result by which alignment was carried



out is performed.

(6) The measurement result of superposition test equipment 3 comes to hand.

A database is created with the AGA data incorporated by (7) and (2), the false AGA data generated by (3), and the inspection data which came to hand by (6) (an alignment signal, Offset, a wafer scale factor, wafer rotation).

(8) Judge whether a current active-parameter value is the optimal.

(9) When the need for parameter value modification arises, it is reflected after the following lot (Feed Forward processing).

[0038]

The above is the primitive operation about OAP. With this operation gestalt, the extract frequency of the AGA measurement by parameter value other than an active-parameter value and the wafer which should perform ADUL, i.e., the wafer which should carry out a wafer sampling, is rationalized further. Hereafter, rationalization processing of the above-mentioned extract frequency by this operation gestalt is explained.

[0039]

It sets to carry out OAP, and since the time amount for the processing which is not connected with a volume is needed when AGA measurement by parameter value other than an active-parameter value and processing (ADUL) which samples the alignment data point of a wafer are performed, if it thinks only with a process speed simply to the equipment which does not perform OAP, it has possibility that a throughput falls. That is, a wafer sampling may bring about the fall of a throughput.

[0040]

So, with this operation gestalt, the extract frequency of a wafer where a wafer sampling should be performed is determined according to equipment, a process, the environment where equipment is placed, and the superposition precision acquired from superposition test equipment 3 (rationalization). In this way, the fall of a throughput is suppressed by not performing a wafer sampling about the wafer of total, but making it perform by proper frequency.

[0041]

For example, equipment is stable, and if the parameter conditions (parameter value) decided once correspond to all mass-production lots as it is, parameter conditions as they are can be used, without carrying out a wafer sampling. However, since a device status, the condition by the process, etc. change actually, the parameter value decided before cannot necessarily be used eternally. So, with this operation gestalt, it is compatible in the optimization of the parameter value [ determine the frequency of a suitable wafer sampling and ] under mass-production operation according to a situation, and maintenance of a process speed-throughput.

[0042]

It becomes effective to carry out data analysis of the database collected by OAP as a solution how to perform a wafer sampling.

[0043]

It is effective to investigate the inspection data of superposition test equipment regularly first. the sample train according to the probability distribution made into the primitive operation on statistics -  
- {--  $x_i$  |  $i = 1, 2, \dots, N$ } are given -- an average (sample) (mean) and (sample) distribution (variance),

[Equation 1]

$$\bar{x} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N x_i$$

$$\sigma^2 = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (x_i - \bar{x})^2$$

It comes out and defines.

[0044]

These are typical statistics calculated from a sample train, and are fundamental amounts for which an

image processing is also used by many application. (Sample) The square root of distribution is called standard deviation (standard deviation).

[0045]

From the fundamental count currently used by these statistics, superposition test equipment 3, AGA data, and false AGA data are supervised by carrying out statistics processing of said average, distribution, etc. About the wafer in a lot, the amount of superposition gaps of superposition test equipment 3 is supervised for every wafer. The dispersion precision of superposition can be supervised under calculating and supervising 3 times as many 3 sigma values as distribution (sigma shows with a notation.) of the amount of gaps for every 25 wafers for every lot. If correlation of superposition test equipment, AGA data, and false AGA data can be taken, it is also possible to substitute AGA data. When separating from the allowed value to which 3 sigma values were set, or when there is fluctuation sufficiently shorter-term than the exchange period of a lot, it will be meaningless even if it applies this to the wafer of the following lot, since the opportunity which must change parameter value only increases the more the more it samples and it is not stabilized in whenever [ the ], even if it makes [ many ] the sampling of a wafer. Namely, when the equipment engine performance does not come out, there is a factor which makes a certain instability make it equipment, and since it must have been repaired in optimization of parameter value, this needs the maintenance of equipment, it performs an error message etc. in this case, and should just warn an operator of it.

[0046]

Short-term fluctuation is Offset fluctuation between each wafer within the lot of the same stage, and is Offset fluctuation by the lot in front of a lot different from a long period of time, for example on the contrary here. In semi-conductor manufacture, since this case is several months more, the time by which a certain process comes to the next is distinguishable by such way of speaking with a typical example. Moreover, if the probability distribution of normal distribution which an error generates is random, and the number of samplings is increased, the data will become what turned into a thing reliable by the equalization effectiveness, and was stabilized. However, a sampling value cannot turn into a value representing fluctuation, for example, then, even if it increases the number of wafers of a sampling, the example of generating of an error which shifts gradually, the error specifically generated at a CMP process etc., and the result of having been stabilized cannot be obtained. <BR>

[0047]

On the other hand, that effectiveness is remarkable is the case where the factor which worsens a certain alignment precision can maintain alignment precision at a constant level by optimization (optimization of signal processing, such as an image processing, is included) of the alignment parameter value of equipment, in application of OAP.

[0048]

Specification of a factor is rather difficult, although the stability of alignment precision is influenced by the stability of equipment, and the process stability of a production line, the factorial experiment of alignment precision degradation changes parameter conditions and a factorial experiment is made.

[0049]

About the decision of the extract frequency (frequency of a wafer sampling) of a wafer where a wafer sampling is performed, it judges based on the database of the precision result (measurement result of superposition test equipment) of superposition, and the signal processing precision result based on an alignment wave. Hereafter, decision processing of the frequency of a wafer sampling of this operation gestalt is explained to a detail.

[0050]

As for the wafer which performs OAP, i.e., the wafer which performs a wafer sampling, it is desirable to consider as the wafer of total at the time of installation of the beginning of a process. This is because the stability of equipment or the process concerned is not known at the time of installation of a process.

[0051]

When it is judged with parameter value other than the parameter value set as current JOB being more suitable by OAP from the result of a wafer sampling, and the inspection result of these wafers by

superposition test equipment 3, this is made to reflect in the parameter value of processing of the following lot. That is, since the result of a front lot is reflected, the value of the variable of the following lot is changed. As this approach, the JOB parameter set up first is used as a parameter of criteria, offset data and the fluctuation situation of an alignment wave are performed as compared with signal processing in different parameter conditions, and while external PC4 compares whether there is any more effective JOB parameter than the JOB parameter set up first, data are stored in the database.

[0052]

As an example as decision to confirm, dispersion distribution of the alignment data of the AGA shot in a wafer may be analyzed, and the inclination of stability can be held. This alignment data is the amount of gaps from the ideal grid for which it depended on the stage precision as global alignment here, and as a result of [ of superposition test equipment ] measurement. Thus, it can make it possible to hold the inclination of a wafer sampling by changing [ arrangement / database ] the controller of OAP in a database.

[0053]

Since, as for the alignment precision over each process (process) wafer, the right and wrong of precision become clear by the inspection result of superposition test equipment, since there is little dispersion from a whole sample at least, an accurate process is satisfactory in a wafer sampling. It is solvable by determining from whenever [ allowances / of a throughput and permissible precision ] how the wafer number of sheets for every lot which should perform a wafer sampling, for example, number of sheets, is set up.

[0054]

The SURESSHU level value range of the standard-deviation value for every lot is set as 1-3 like the example of drawing 4, and is more specifically judged from the standard-deviation value for every lot. That is, superposition inspection is conducted to some of all early lots and a total wafer, the inclination of precision is supervised, and the rank reason of superposition precision is performed. Although specifically mentioned later, a rank reason is carried out on SURESSHU level about 3 sigma values showing dispersion, and the extract frequency according to the rank is determined. Moreover, the situation of the wafer sampling after extract frequency decision changes frequency according to a situation as the frequency where a wafer sampling is performed will be made [ many ], if it seems that alignment precision is seen to time series and precision gets worse.

[0055]

The sampling for every lot is considered for an example. As a factor which worsens alignment precision, as mentioned above, a process, equipment, and the environmental variation for every Rhine occur. Although it is necessary to perform analysis of on which factor to be based separately, the fundamental view of a wafer sampling takes the data of many wafers in the early stages of process installation, and judges the activation frequency of a wafer sampling from whenever [ over the permissible precision of data / allowances ].

[0056]

Drawing 3 is a flow chart explaining wafer sample decision processing. With this operation gestalt, about an initial lot, ADUL (wafer sampling) is not performed but the activation frequency of a wafer sampling is set up based on the amount of gaps of the inspection result and AGA data based on superposition test equipment. Here, when the amount of gaps is large and modification of parameter value is required, parameter value is optimized using OAP shown in drawing 2, and the above-mentioned processing is performed.

[0057]

Exposure processing of an initial lot is started by JOB setup of the present condition already decided first (step S20). The superposition data of the alignment in exposure of all the wafers of an initial lot are inspected with superposition test equipment for every exposure process initiation (step S21).

[0058]

In each process in a semi-conductor manufacture process, since the vertical structures of an alignment mark differ, in all process wafers, it is necessary to ask for the alignment Offset of an aligner using superposition test equipment. The result is sent to OAP by communication link. As means of communications, although LAN6 is used with this operation gestalt, other well-known



means of communications may be used.

[0059]

Next, statistical analysis of an inspection result is performed (step S22). With this operation gestalt, the fluctuation period of the amount of gaps of the inspection result of the wafer unit in (1) lot and AGA data and the range of fluctuation are investigated, it shifts in (2) lot units and fluctuation of 3 sigma values of an amount is investigated.

[0060]

If the fluctuation period of a signal investigates the change in the value of the amount of gaps for every wafer, it takes the difference for every data and a numeric code is investigated, it will be called for easily. Drawing 5 and drawing 6 are what investigated dispersion and the fluctuation period of the amount of gaps, T1 and T2 show D1, and a fluctuation period and D2 show the width of face of dispersion. If it samples with a half period at least to the value of a fluctuation period, since the fluctuation wave of a basis can be restored from the theorem of a sampling, a wafer sampling will be performed based on it.

[0061]

If the period is taken into consideration when regularity is in fluctuation, it will become possible with the small number of samplings to be referred to as 3sigma at a small value. What is necessary is just to sample every at least three sheets, since T1 is 6 in the case of drawing 5. What is necessary is just to set it as eight sheets in case of the case of 25 lots.

[0062]

Thus, although what has periodic fluctuation is good, such technique cannot be used when random. Then, the width of face of dispersion is judged by 3sigma based on a standard deviation sigma value. Drawing 4 is drawing which plotted 3 sigma values of the amount of gaps obtained based on the inspection result of superposition test equipment 3 over the number lot. In the range of allowable-error precision, precision level is divided into SURESSHU level multistage [ two or more ], and is judged.

[0063]

The thing of the range of three or less SURESSHU level (SURESSHU level range S1) has stable 3 sigma values, and they can also judge a JOB variable to be the optimal. Moreover, if it checks that this condition stabilizes and continues, the sample of a wafer can also be judged that one lot is sufficient. Thus, it is possible to opt for a wafer sampling from the level of 3 sigma values.

[0064]

For example, in the case of the SURESSHU level range S2, in the case of ten sheets and the SURESSHU level range S3, deciding like 15 sheets is possible. You may enable it to change by decision of a process control person about the number of sheets for every SURESSHU level of this.

[0065]

If the above-mentioned 3 sigma values are stable covering the number of convention lots, it can judge as what can set dependability as a Job variable for mass production. Moreover, since conditions can be fixed when a process changes or there is no equipment change also about a wafer sampling, this processing can be ended (step S23).

[0066]

In addition, about the number of convention lots, a process control person is good also as a setup being possible. When it cannot be being checked that it is stable covering the number of convention lots at step S23, it progresses to step S24. At step S24, it judges whether the present active-parameter value is sufficient based on fluctuation of the amount of gaps. When judged with it being good with the present parameter value, the number which should carry out a wafer sampling according to SURESSHU level in step S25 is determined (SURESSHU level range S 4:20 sheet /, lot, SURESSHU level range S 3:15 sheet /, and lot, SURESSHU level range S 2:10 sheet /, and lot, SURESSHU level range S 1:5 sheet /, lot). And in step S27, inspection by superposition test equipment 3 is conducted by the activation frequency determined at step S25.

[0067]

On the other hand, when judged with the present parameter value being changed in step S24, it progresses to step S26. At step S26, OAP processing explained by drawing 2 is performed, optimization of parameter value is attained, and the processing from the above-mentioned step S21 is



repeated. the present parameter value should be changed -- a parameter should be changed [ that ] when judging, and it gets worse two or more steps of SURESSHU level by lot-to-lot [ of order ] -- \*\* -- to judge is possible.

[0068]

As mentioned above, a SURESSHU level value can be made to perform automatically that decision as which a setup of the number of samplings of a wafer and the present Job parameter setup value are sufficient. Since conditions are shaken and a check is needed when a process and an equipment Job parameter setup value generally are not decided at first, it is possible to also change precision. It explains by showing such an example.

[0069]

For example, a setup of an AGA shot is described. Since a measurement span becomes long, the direction of precision of an AGA measurement value which set the AGA shot to the outside of a wafer as much as possible for measurement improves. On the other hand, the direction where the asymmetry of the alignment mark whose process error currently called WIS:Wafer Induced Shift is the cause goes to the outside of a wafer by process wafers, such as CMP, worsens.

[0070]

Then, when determining an AGA shot, it inquires by changing an outside, changing the inside and also the inside, and a setup a little next most, and performing the monitor of alignment precision. In this case, where finally is made into an AGA shot judges by for example, AGA measurement repeatability, the measurement result of the superposition test equipment after exposure, etc. It can think, also when carrying out the monitor of the fluctuation situation of alignment precision, changing a setup of the number of for example, an AGA shot, lighting mode, a processing window, etc. in addition to this.

[0071]

Drawing 7 plots the precision result (the AGA data called a wafer scale factor, wafer rotation, and shift amount are put in a database, and change is seen serially) of superposition test equipment.

[0072]

It can be used for classifying the precision range into the range of S1 - S4 by dividing the permissible precision range by SURESSHU level 1 -3, and judging precision level.

[0073]

Since it is accurate when the first data is [ said precision range of drawing 7 ] S1, processing is started with five sheet / lot after [ all ] data acquisition. Then, as long as it seems that there is no aggravation of number lot \*\*\*\*\* precision, you may remain as it is, but if it seems that data get worse like B after that, B is S2 level, it will make [ many ] a sample like ten sheet / lot, and will look at a number lot situation again. If precision settles down like C as a result, it will be made to settle down by performing a wafer sampling by five sheets. If precision may get worse rapidly like D after that, the conditions (parameter value) of a JOB parameter will be improved again. It is because it is possible that it is necessary that equipment got worse by a certain factor, or to improve the factor of a process. On the other hand, if it seems that the stability of precision is maintained at a long period of time, it will be made one sheet / lot and a situation will be seen, and as long as it becomes as [ stabilize / still ], it may be made to make it one sheet / lot as it is.

[0074]

When fluctuation of 3 sigma values is loose, with the present JOB parameter value, the number of wafers sampled for every lot is decided according to the SURESSHU level range. For example, like drawing 4 or drawing 7 , when a setting range is set as a three-stage, five sheets are set as 20 sheets like 15 sheets ten sheets in order of the accurate range (in order of S1 - S4). (Step S25) .

[0075]

Moreover, since it will be thought like the part of C-D of drawing 7 that a certain device status and the process condition changed if the range of fluctuation changes rapidly, it also becomes effective to change process conditions and to see change. With this operation gestalt, OAP processing explained by drawing 2 is performed, and parameter value is optimized (step S26). Modification directions of an active-parameter value are directed to an aligner 1 (or 2) through LAN6 here, and a JOB setup is changed.

[0076]

In Feed Forward, the modification timing of parameter value serves as application from the following lot. When conditions of the lot are not stable as another example of application yet with an initial lot, it is also possible to change the conditions of a JOB variable in the place judged that the inspection result was stabilized in the place which the wafer in a lot passed in the middle of the lot after it. In that case, it becomes Feed Back-processing. In addition, after changing a process at step S26, inspection with highly precise inspecting with superposition test equipment 3 about a total wafer is attained (step S21).

[0077]

Moreover, it is possible to set up every process and the conditions for every equipment by changing a SURUSSHU hold and precision permissive conditions for every process to drive in precision to a slight degree from the precision which a process requires. It is desirable it to also be considered for that there is \*\*\*\* also in equipment to some extent, and to enable a setup of an allowed value for every equipment also at the point that it can respond to such \*\*\*\* individually.

[0078]

If wafer number of sheets is determined at step S25, and after an aligner performs OAP and exposure processing, a sample wafer will be inspected with superposition test equipment. (Step S27) . The suitable activation frequency of a wafer sampling can be automatically judged by repeating this the processing of a series of. After the activation frequency determined at step S25 ended this processing at step S23, it is set as the activation frequency of the wafer sampling in an aligner.

[0079]

Moreover, it is performing the shape measurement of the alignment measurement wave on the database which was related with the factorial experiment at the time of precision getting worse, and was accumulated as and which can be set OAP, and the actual wafer in CD-SEM, and a factorial experiment can be made. If it is made such, a cause is known and precision comes to be stabilized, the number of sheets of a wafer sampling can be reduced and the fall of the throughput in ADUL can be lessened. Thus, according to the situation of the measurement result of the superposition test equipment by the database of OAP, optimal lot control can be performed by the fall of a throughput, and both sides of quality assurance by performing a wafer sampling.

[0080]

In addition, if constituted, the thing which can control the touch panel console linked to an OAP controller or OAP with PC base and it enables it to change in each keyboard entry is also possible for modification of the sampling number of sheets of a wafer.

[0081]

<The 2nd operation gestalt>

Drawing 8 is a flow chart explaining processing by the 2nd operation gestalt which determines alignment data other than a JOB variable value. With the 1st operation gestalt, it fixed, and the active-parameter value (signal processing to include) over JOB processed the initial lot, without performing ADUL data transfer of an alignment wave, and determined the activation frequency of a wafer sample from the measurement result of superposition test equipment 3. On the other hand, the 2nd operation gestalt determines the activation frequency of a wafer sampling in carrying out ADUL of the alignment data point in conditions other than a JOB variable value, and analyzing the precision result from an initial lot.

[0082]

Hereafter, although the JOB variable value was shaken, since precision does not fulfill default value, a JOB variable value is changed further, and the case where he wants to drive in precision is assumed.

[0083]

A wafer sampling on the JOB variable value which is having all wafers set up first, and the other parameter conditions (parameter value) is performed (step S31). Then, the alignment result performed with the active-parameter value of JOB decided beforehand performs exposure and development, and the precision result of superposition is evaluated with superposition test equipment. The false exposure result in conditions other than a JOB variable value is examined for the alignment result of having exposed with the active-parameter value, on the basis of the inspection result in superposition test equipment. It was indicated as false because it was not necessarily

actually exposing and was based on examination in the measurement precision in an exposure machine to the last. Since the alignment signal wave form has also come to hand, examination of various signal processing is also possible. It is also possible to see by performing processing of those other than signal processing which actually used it in the exposure machine at the time of alignment, and performed exposure processing. Statistics processing is performed for this examination using two or more wafers in a lot, and an examination result is derived (step S33).

[0084]

The number of convention lots is set up beforehand, and when it is in the precision allowed value stabilized covering the number of convention lots, it ends (step S34). When not fulfilling the number of convention lots, the necessity of modification of the present active-parameter value is judged.

[0085]

The precision comparison of the present processing and the processing of those other than a JOB variable value is carried out by 3 sigma values, and a setup is changed into the number of wafer samplings set up beforehand (the above, classification by the threshold level of an operation gestalt) according to the precision when the fluctuation in a lot has few JOB variable values (step S36).

[0086]

the case where the way when the stability of 3 sigma values changes a JOB variable value clearly is stabilized on the other hand when precision is hard-pressed to a precision prescribe -- present -- the directions which change into parameter value other than the active-parameter value of JOB are directed to the direction of an aligner (step S37). In this case, after making [ many ] the frequency of a wafer sampling further according to a situation, you may make it return to step S31.

[0087]

<The 3rd operation gestalt>

Next, the 3rd operation gestalt is explained. The 3rd operation gestalt makes the technical problem the throughput fall when carrying out OAP in the 1st operation gestalt. Although the 1st operation gestalt also described, since the time amount for the processing which is not connected with a volume is needed when AGA data acquisition (AGA measurement and ADUL) by parameter value other than JOB is performed in case OAP is carried out, if it thinks only with a process speed simply to the equipment which does not perform OAP, a throughput may fall. With the 1st operation gestalt, the frequency of a wafer sampling was optimized as the cure.

[0088]

With this operation gestalt, in order to judge synthetically the environment where equipment and a process are placed, the approach that the engine performance of equipment is judged according to the precision rank in required accuracy by continue serially and judge the AGA measurement data of parameter value and various signal processing results except the superposition precision measured with superposition test equipment and JOB parameter value, and a JOB setup, and CoO of equipment can be demonstrated from a throughput and engine performance both sides to the maximum extent is offered.

[0089]

If all parameter value other than JOB is shaken and checked during equipment operation in OAP therefore, although it will be an ideal, since a throughput then falls, supposing the parameter value candidate predicted, measurement data are acquired and it is judging by the external controller.

[0090]

In the decision of the frequency of incorporation of the signal-processing wave of alignment, implementation of the OAP itself, un-carrying out, and parameter modification, it is just going it making it the chief aim of this operation gestalt in the case of decision of parameter modification, parameter value other than JOB, and an aligner to offer the technique of supervising equipment for the situation (warning decision before exposure) that the equipment engine performance cannot be fill etc., automatically, and beginning to pull the engine performance of an equipment operation situation to the maximum extent.

[0091]

Drawing 9 is the explanatory view of this operation gestalt. The axis of ordinate expresses the precision used as the criteria which evaluate the superposition engine performance. Precision is having the threshold level of a multistage story set up within the precision allowed value for every



semi-conductor process. In this example, there is three level of thresholds 1-3.

[0092]

An axis of abscissa means supervising the superposition engine performance in the same aligner to time series for every same process of a semi-conductor process. The example which divided the section when whether each section goes into the range of which threshold to change of the precision situation which continued and carried out the monitor of the lot of a semi-conductor process process, the aligner for every section, and OAP sequence actuation are changed to section A-D is shown.

[0093]

Next, a definition and the contents of the precision of an axis of ordinate will be described. Precision criteria are a valuation basis by the error after measuring with superposition test equipment after exposure with an aligner. Moreover, the residual error amount after driving in one on a stage in quest of errors within a wafer side, such as whenever [ wafer scale-factor wafer rotation, and direct ], by AGA measurement also becomes one criteria. The false AGA precision result of parameter value other than JOB is also given for prediction by searching for superposition test equipment, the above, and correlation of a residual error amount. It is also possible to store these evaluation data in the database 5 of drawing 1 , and to evaluate and change said evaluation data according to an equipment actuation situation and the purpose of use.

[0094]

Next, the definition of a threshold is described. It opts for the definition of a threshold as follows. A threshold divides a multistage story within the precision allowed value for every process of each semiconductor device. One or less threshold is precision level on which there is sufficient margin to a superposition precision allowed value, and a JOB parameter and signal processing are judged to be the optimal. If said database for evaluation with which the inclination for precision to deteriorate was stored in the range of a threshold 2 by the database 5 exceeding the threshold 1 is supervised and precision evaluation deteriorates, it will be the section which increases the frequency of inspection of the wafer in a lot inspected with superposition test equipment.

[0095]

Since the allowances of range of a threshold 3 of the margin of superposition precision decreased exceeding the threshold 2 as a result of said database monitor accumulated in the database 5, it is the section which applies OAP. The judgment of OAP application is performed by having exceeded the threshold 2. It is the precision level to which PC4 carries out comparison examination of two or more signal processing for the data-mining technique, such as various multivariate parameter optimization techniques, and the alignment signal wave form by PC4, and PC4 carries out application examination of the optimization signal-processing selection. It is shown that segment a-e made the multiple selection of the combination of the JOB parameter value of OAP in the section C of drawing 9 . Change of the precision data stored in said database after processing in a broken-line part performs optimization study by data mining and signal processing is shown.

[0096]

broken lines a, c, d, and e -- false -- as a result of being based on AGA, the continuous line of Segment b shows the precision by current JOB parameter value. Since Segment b is the present JOB set point, and it is actually exposing with the aligner, the superposition data in superposition test equipment exist. The combination of parameter value is less than one threshold except a JOB setup expressed with the broken line of e here, and it is the combination of the optimal parameter value.

[0097]

When exceeding a threshold 3, it is considering as the conditions changed into the parameter optimized by OAP. However, the dependability to which the parameter conditions of optimization in Section B number[ of convention lots ]-continue, and make a parameter value change shall have secured. It is also possible to enable a setup also of within the limits of a threshold 2 possible [ modification ] at an optimization parameter, if convention lot stability is secured. The number stability of convention lots is not securable, and since the inclination for precision to get worse was also predicted, it did not illustrate, but shortly after it seems that this is exceeded by setting up a warning limit between a threshold 3 and permissible precision, it can return to optimization parameter value.

[0098]



This example showed the case where called from a database the combination of the optimization parameter of the result of having \*\*\*\*\*ed in Section B, and it was actually applied.

[0099]

Next, management-activities explanation of this operation gestalt about the section is given. Each section is range where the managerial system of this operation gestalt changes actuation for every section. Section A is the section which does not carry out OAP on the level whose precision is very stable in one or less threshold. However, for a precision monitor with the parameter value of a JOB setup, for the measurement result monitor of a JOB setup, it continues in a database 5 and device parameters, such as AGA data of a JOB setup, data accumulation of a treatment processing result, and superposition inspection actuation are performed in it.

[0100]

Section B is the section when a permissible precision margin decreases in within the limits of a threshold 1 and a threshold 2. However, in order to still check the judgment of OAP application and level, the inspection measurement size of the wafer inspected with superposition test equipment within a lot is changed based on the AGA processed data of a JOB setup and the wafer sample data of superposition test equipment which were checked by the database 5. If there is precision degradation, the managerial system of this invention will have set up so that the inspection frequency of superposition test equipment may be increased.

[0101]

Section C is the section which OAP is performed, and PC4 performs AGA data acquisition other than OAP and JOB by the aligner, and performs simulation prediction examination for optimization study and signal-processing optimization study of various parameters on OAP. Various signal processing is performed and it is carried out by carrying out comparison examination of the precision evaluation data with which PC4 was accumulated in the database 5 in optimal parameter examination. Signal-processing selection examination is performed with sufficient optimal parameter by OAP in this phase.

[0102]

Since Section C shows the result by which the optimization parameter setup was carried out and the precision range of a threshold 1 was checked, Section D turns into the section which does not carry out OAP again.

[0103]

Next, detailed explanation is given about OAP and aligner actuation about each section.

[0104]

Section A shows the field whose precision is fully stable to a precision allowed value, and since the JOB parameter set up with the lot hits the satisfying enough set point, it is the field which does not have to make a parameter change by OAP. Then, the throughput fall of equipment can be prevented by suspending AGA data acquisition other than JOB to which a throughput is reduced in this field. It is the field which does not need to acquire and store AGA measurement data other than JOB in the database which PC4 refers to by ADUL. It can opt for a carrying-out-these ADUL(s) judging because the number of lots which carried out the threshold 1 and around which it turns carried out convention lot continuation. A convention lot can be changed and you may make it opt for a setup by JOB setup.

[0105]

Section B expresses the situation which shows the example for which precision got worse gradually. It is an example at the time of exceeding a threshold 1. It is the case where Section C exceeds a threshold 2, without making a change of a parameter yet in the situation beyond a threshold 1. In this case, since the margin to permissible precision decreased further, OAP is actually applied.

Equipment is worked so that the data based on parameter value other than JOB required for OAP can be acquired. That is, if it says in the example of AGA, alignment measurement of wafer positions other than a JOB setup will be performed, and an alignment data point will be acquired. False AGA actuation is performed based on the alignment signal acquired with PC4, and the combination of the optimal parameter is stored in the database. Change of superposition precision is recorded on the database, supervising superposition precision. If it is the inclination (a judgment that it got worse can be made by the decision made on precision evaluation data having continued and carried out

convention lot degradation.) to supervise serially the superposition precision evaluation data stored in the database 5 in the range which does not exceed a threshold 2, and for precision to get worse, the reliability of the parameter-value decision of those other than JOB will increase by increasing the frequency which acquires AGA data other than JOB. However, since incorporation frequency increases, it has the fault to which the part throughput falls.

[0106] It is the case where it exceeds a threshold 3 in the <BR> section C. (Equipment actuation with JOB parameter value current in the continuous line of Section C) Since the margin to permissible precision decreased further in this case, it is the level which carries out parameter optimization and modification actuation. Since the JOB active-parameter candidate who already turns into a candidate in Section C has a settled situation, application becomes possible immediately.

[0107]

Having written with broken lines a, c, d, and e shows the example of prediction application. The inside of the threshold 1 which is an optimal parameter setup in Section C shows the example which carried out the example of an optimization parameter of a broken line e, and returned to the threshold 1 in this example. Although it is assumed also when not falling even in a threshold 1, the parameter value optimal in that case is chosen.

[0108]

Section D shows the example from which Section C shows the situation that the JOB parameter value by OAP was optimized, and precision returned to the stable state.

[0109]

The above is the explanation which used drawing 9 . This example estimates the operation situation of equipment densely according to the precision valuation basis of a multistage story, and a setup and signal-processing selection of an optimal parameter which influence the equipment engine performance by changing actuation of equipment and a managerial system are performed effectively.

[0110]

It is the description for this operation gestalt to divide the permissible precision required of each semi-conductor process with the threshold of a multistage story to the valuation basis of two or more precision in the first half, to evaluate the equipment engine performance serially to these, and to change fluctuation situation \*\*\*\*\* equipment actuation of a threshold. Although equipment actuation stated the example which sets up the four modes (section A-D) in the example of said drawing 9 , it is possible to change actuation according to the industrial equipment to be used.

[0111]

<The 4th operation gestalt>

Next, as 4th operation gestalt, the modification approach of threshold level and the prediction setting approach of an optimal parameter according to industrial equipment are described.

[0112]

In the example about the alignment of an aligner The threshold level to the decision level which optimizes the parameter about alignment, In order to carry out comparison examination of the parameter value of the candidate who optimizes a parameter, equipment is operated in parameter actuation other than a JOB setup. Since the equipment engine performance by which the threshold level which judges the frequency which acquires the data to which parameter actuation of those other than JOB was carried out, and the set-up parameter fully satisfied permissible precision level, and was stabilized continuously is obtained, The threshold level it can be judged that does not need to dare change the parameter of a JOB setup can be set up. These thresholds can be changed to fluctuation of an equipment situation by having a means to supervise the equipment engine performance serially. The division method about the level of a threshold may store serially measurement data other than JOB and JOB by OAP, and the measurement data of superposition test equipment, may take the technique classified after checking a serial fluctuation inclination, and may divide it according to the superposition precision situation of equipment over a semi-conductor process beforehand. Since the semi-conductor process process with a sufficient superposition precision in an aligner has a comparatively stable superposition precision, it can take the large margin to a permissible precision prescribe.

[0113]

Conversely, since the semi-conductor process process that the superposition precision in an aligner is bad cannot take the margin to permissible precision, while it predicts the optimization decision by PC4 exactly, it is necessary to perform parameter value selection and signal-processing selection. It is the technique of analyzing and predicting the data stored in the database acquired here until now. For example, it can substitute searching for the correlation of an AGA measurement result and superposition test equipment for an AGA measurement result. Moreover, it is usable as a valuation basis by searching for correlation with each measurement shot of AGA, and the residual error after AGA measurement amendment for alignment mark spacing (dispersion in each mark spacing: dispersion between each mark element estimating it, since each mark spacing has the design value of the same value) used in case signal processing of alignment is performed.

[0114]

Moreover, in case a correlation is searched for between parameters, the technique of the optimization using data mining which makes an example a decision making system and the neural network technique becomes effective. It becomes possible to optimize a device parameter by comparing fewer prediction parameter candidates by optimizing the correlation of parameter modification and said accumulated various precision valuation bases by the data-mining technique.

[0115]

<The 5th operation gestalt>

With the operation gestalten 1-4, although the example by parameter optimization was shown in the alignment of an aligner among semiconductor fabrication machines and equipment, parameter modification of this invention and the technique of optimization are applicable also about other semiconductor fabrication machines and equipment. It is changing the class of parameter applicable about the measurement whose parameter optimizes the number of stages of the setups of a threshold to equipment, and a control unit.

[0116]

As mentioned above, according to each above-mentioned operation gestalt, it made it possible to raise CoO of equipment.

[0117]

Next, the manufacture process of a semiconductor device of having used the semi-conductor aligner which gave [ above-mentioned ] explanation is explained. Drawing 10 shows the flow of the overall manufacture process of a semiconductor device. The circuit design of a semiconductor device is performed at step S201 (circuit design). The mask in which the designed circuit pattern was formed is manufactured at step S202 (mask manufacture). On the other hand, at step S203 (wafer manufacture), a wafer is manufactured using ingredients, such as silicon. Step S204 (wafer process) is called a last process, and forms an actual circuit on a wafer with a lithography technique using the mask and wafer which carried out [ above-mentioned ] preparation. The following step S205 (assembly) is called a back process, is a process semiconductor-chip-ized using the wafer produced by step S204, and includes assembly processes, such as an assembly process (dicing, bonding) and a packaging process (chip enclosure). At step S206 (inspection), the check test of the semiconductor device produced at step S205 of operation, an endurance test, etc. are inspected. A semiconductor device is completed through such a process and this is shipped (step S207). A last process and a back process are performed at another works of dedication, respectively, and maintenance is made by the control maintenance system which gave [ above-mentioned ] explanation for every works of these. Moreover, also between last process works and back process works, data communication of the information for production control or equipment maintenance is carried out through the Internet or a dedicated line network.

[0118]

Drawing 11 shows the detailed flow of the above-mentioned wafer process. The front face of a wafer is oxidized at step S211 (oxidation). At step S212 (CVD), an insulator layer is formed on a wafer front face. At step S213 (electrode formation), an electrode is formed by vacuum evaporation on a wafer. Ion is driven into a wafer at step S214 (ion implantation). A sensitization agent is applied to a wafer at step S215 (resist processing). At step S216 (exposure), printing exposure of the circuit pattern of a mask is carried out at a wafer with the aligner which gave [ above-mentioned ]



explanation. The exposed wafer is developed at step S217 (development). At step S218 (etching), parts other than the developed resist image are shaved off. The resist which etching could be managed with step S219 (resist exfoliation), and became unnecessary is removed. By carrying out by repeating these steps, a circuit pattern is formed on a wafer multiplex. The aligner used at the above-mentioned process does not stop a mass-production site, even if aging occurs, and it also prevents the fall of a process speed appropriately, and optimization correction can be possible for it and it can raise the productivity of a semiconductor device compared with the former while it prevents degradation with the passage of time by parameter immobilization etc., since optimization is made by the managerial system which gave [ above-mentioned ] explanation.

[0119]

In addition, although each above-mentioned operation gestalt explained the case where the parameter value of wafer alignment was optimized, using a semi-conductor aligner as an industrial device, this invention is not limited to this. For example, you may apply to CMP equipment and may apply about the wafer focus function of a semi-conductor aligner.

Moreover, it cannot be overemphasized by this invention's supplying the storage which recorded the program code of the software which realizes the function of each operation gestalt mentioned above to a system or equipment, and carrying out read-out activation of the program code with which the computer (or CPU and MPU) of the system or equipment was stored in the storage that it is attained.

[0120]

In this case, the function of the operation gestalt which the program code itself read from the storage mentioned above will be realized, and the storage which memorized that program code will constitute this invention.

[0121]

As a storage for supplying a program code, a floppy disk, a hard disk, an optical disk, a magneto-optic disk, CD-ROM, CD-R, a magnetic tape, the memory card of a non-volatile, ROM, etc. can be used, for example.

[0122]

Moreover, it cannot be overemphasized that it is contained also when the function of the operation gestalt which performed a part or all of processing that OS (operating system) which is working on a computer is actual, based on directions of the program code, and the function of the operation gestalt mentioned above by performing the program code which the computer read is not only realized, but was mentioned above by the processing is realized.

[0123]

Furthermore, after the program code read from a storage is written in the memory with which the functional expansion unit connected to the functional add-in board inserted in the computer or a computer is equipped, it cannot be overemphasized that it is contained also when the function of the operation gestalt which performed a part or all of processing that CPU with which the functional add-in board and functional expansion unit are equipped based on directions of the program code is actual, and mentioned above by the processing is realized.

[0124]

<The mode of implementation of invention>

This invention indicates each following embodiment further.

[0125]

<Mode 1> Managerial system characterized by having the function to change the frequency of the inspection actuation for changing the value of the predetermined parameter in this industrial device with the managerial system which manages an industrial device.

[0126]

<Mode 2> Managerial system of the mode 1 publication characterized by changing the frequency of said inspection actuation based on the result of this inspection actuation.

[0127]

<Mode 3> Managerial system of the mode 1 publication characterized by the thing of an error period [ in / for the frequency of said inspection actuation / this inspection actuation ], and error dispersion changed based on either at least.

[0128]



<Mode 4> Managerial system of the mode 1 publication characterized by determining the frequency of said inspection actuation based on the statistical result of this inspection actuation.

[0129]

<Mode 5> The decision of said frequency is the managerial system of the mode 1 publication performed when it is judged that said inspection result was stabilized.

[0130]

<Mode 6> An acquisition means to acquire the processing result guessed as the actual processing result which an industrial device is operated using an active-parameter value and other parameter value, and is obtained,

An inspection means to inspect the processing result by said active-parameter value, and to acquire and accumulate an inspection result value,

The processing result acquired with said acquisition means, and a modification means to change said active-parameter value based on the inspection result value by said inspection means,

An evaluation means to evaluate the fluctuation condition of a processing result based on the inspection result value accumulated with said inspection means,

A decision means to determine the frequency where said acquisition means should be performed based on the evaluation result by said evaluation means

The managerial system characterized by preparation \*\*\*\*\*.

[0131]

<Mode 7> Said evaluation means asks for the fluctuation period of the amount of gaps of the processing result as an inspection result by said inspection means, and an inspection value,

Said decision means is a managerial system given in the mode 6 characterized by determining said frequency based on said fluctuation period.

[0132]

<Mode 8> Said evaluation means searches for dispersion in the amount of gaps of the processing result as an inspection result by said inspection means, and an inspection value,

Said decision means is a managerial system given in the mode 6 characterized by determining said frequency based on extent of said dispersion.

[0133]

<Mode 9> Said decision means is a managerial system given in the mode 8 characterized by determining said frequency based on into which field dispersion which prepared two or more thresholds for the multistage story about dispersion in said amount of gaps, and was searched for with said evaluation means goes.

[0134]

<Mode 10> Said decision means,

The frequency where said evaluation means should be performed based on the evaluation result by said evaluation means is determined,

A managerial system given in the mode 6 characterized by determining the frequency at the time as the frequency where said acquisition means should be performed when judged with the evaluation result of said evaluation means against the processing result of the amount of predetermined numbers having been stabilized.

[0135]

<Mode 11> It is a managerial system given in the mode 10 characterized by performing said evaluation means about all processing results while the frequency where said evaluation means should be performed is undecided.

[0136]

<Mode 12> Said evaluation means is a managerial system given in the mode 6 characterized by carrying out statistics processing of said inspection result serially, and evaluating the fluctuation condition.

[0137]

<Mode 13> A judgment means to judge whether it is necessary to optimize said set-up parameter value based on said fluctuation condition,

A managerial system given in the mode 10 characterized by having further an optimization activation means to perform optimization of the parameter value by said acquisition means and

optimization means when judged with it being necessary to optimize.

[0138]

<Mode 14> It is a managerial system given in the mode 13 characterized by said inspection means inspecting total about the processing result of the specified quantity after the modification when parameter value is changed by said optimization activation means.

[0139]

<Mode 15> Said judgment means is a managerial system given in the mode 13 characterized by judging with it being necessary to optimize said set-up parameter value when the fluctuation condition of said processing result changes rapidly.

[0140]

<Mode 16> Said evaluation means is a managerial system given in the mode 6 characterized by evaluating the fluctuation condition of a processing result based on the processing result guessed as the actual processing result acquired with said acquisition means, and the inspection result accumulated with said inspection means.

[0141]

<Mode 17> It is a managerial system given in the mode 6 characterized by what it opts for based on the inspection result of said inspection means implementation of acquisition actuation of said acquisition means and un-carrying out.

[0142]

<Mode 18> Said industrial device is a managerial system given in the mode 1 characterized by being a semi-conductor aligner.

[0143]

<Mode 19> Said predetermined parameter is a managerial system according to claim 17 characterized by being a parameter for performing alignment of the wafer in said semi-conductor aligner.

[0144]

<Mode 20> The manufacture approach of the device characterized by manufacturing by the industrial device managed by the mode 1 with the managerial system of a publication.

[0145]

<Mode 21> The control approach of the management equipment characterized by making the frequency of inspection actuation of said test equipment for changing the value of the predetermined parameter in this industrial device by the control approach of management equipment of managing the test equipment which inspects the result of processing of an industrial device and this industrial device change.

[0146]

<Mode 22> Storage which stores the control program which makes a mode 20 perform the control approach of a publication to a computer.

[0147]

<Mode 23> Control program which makes a mode 20 perform the control approach of a publication to a computer.

[0148]

[Effect of the Invention]

As explained above, according to this invention, it becomes possible to optimize the parameter value of the industrial device during mass-production operation of an industrial device. Moreover, according to this invention, it becomes possible to attain optimization of the parameter value under mass-production operation, preventing reduction of the throughput of mass-production operation.

[Brief Description of the Drawings]

[Drawing 1] It is drawing showing the outline configuration of the whole exposure managerial system by this operation gestalt.

[Drawing 2] It is a flow chart explaining the procedure (OAP) of optimization of the value of the alignment variable of the semi-conductor aligner by this operation gestalt.

[Drawing 3] It is a flow chart explaining activation frequency decision processing of the wafer sampling by the 1st operation gestalt.

[Drawing 4] It is drawing by the 1st operation gestalt showing the example of judgment analysis of

the level of alignment precision fluctuation of a wafer.

[Drawing 5] It is drawing by the 1st operation gestalt showing the example of judgment analysis of the level of alignment precision fluctuation of a wafer.

[Drawing 6] It is drawing by the 1st operation gestalt showing the example of judgment analysis of the level of alignment precision fluctuation of a wafer.

[Drawing 7] It is drawing by the 1st operation gestalt showing the example of judgment analysis of the level of alignment precision fluctuation of a wafer.

[Drawing 8] It is a flow chart explaining activation frequency decision processing of the wafer sampling by the 2nd operation gestalt.

[Drawing 9] It is drawing by the 3rd operation gestalt showing the example of judgment analysis of the level of alignment precision fluctuation of a wafer.

[Drawing 10] It is drawing explaining the flow of the manufacture process of a device.

[Drawing 11] It is drawing explaining a wafer process.

[Description of Notations]

1 Semi-conductor Aligner

2 Semi-conductor Aligner

3 Superposition Test Equipment

4 PC or Workstation

5 Database

6 LAN Cable

---

[Translation done.]

\* NOTICES \*

JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

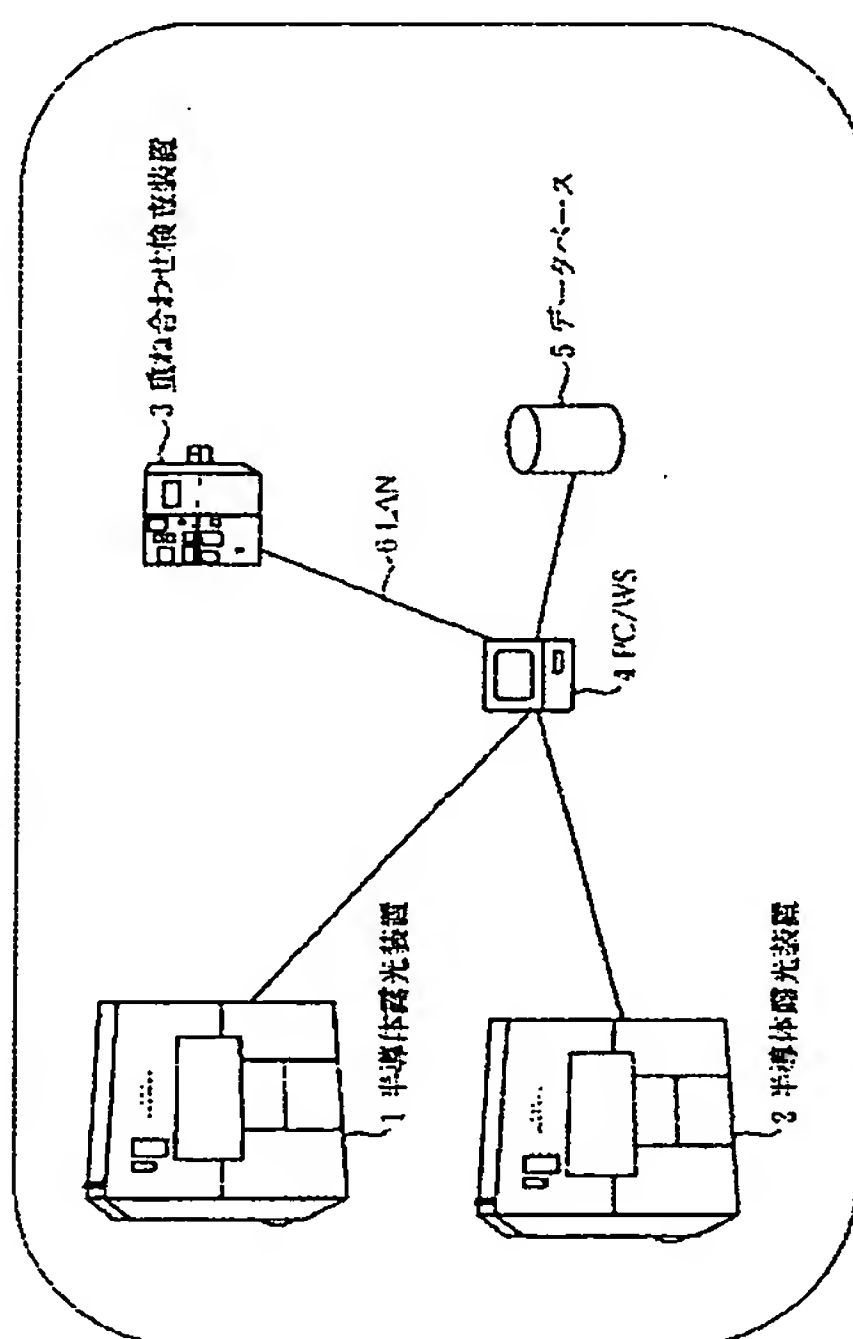
1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

---

DRAWINGS

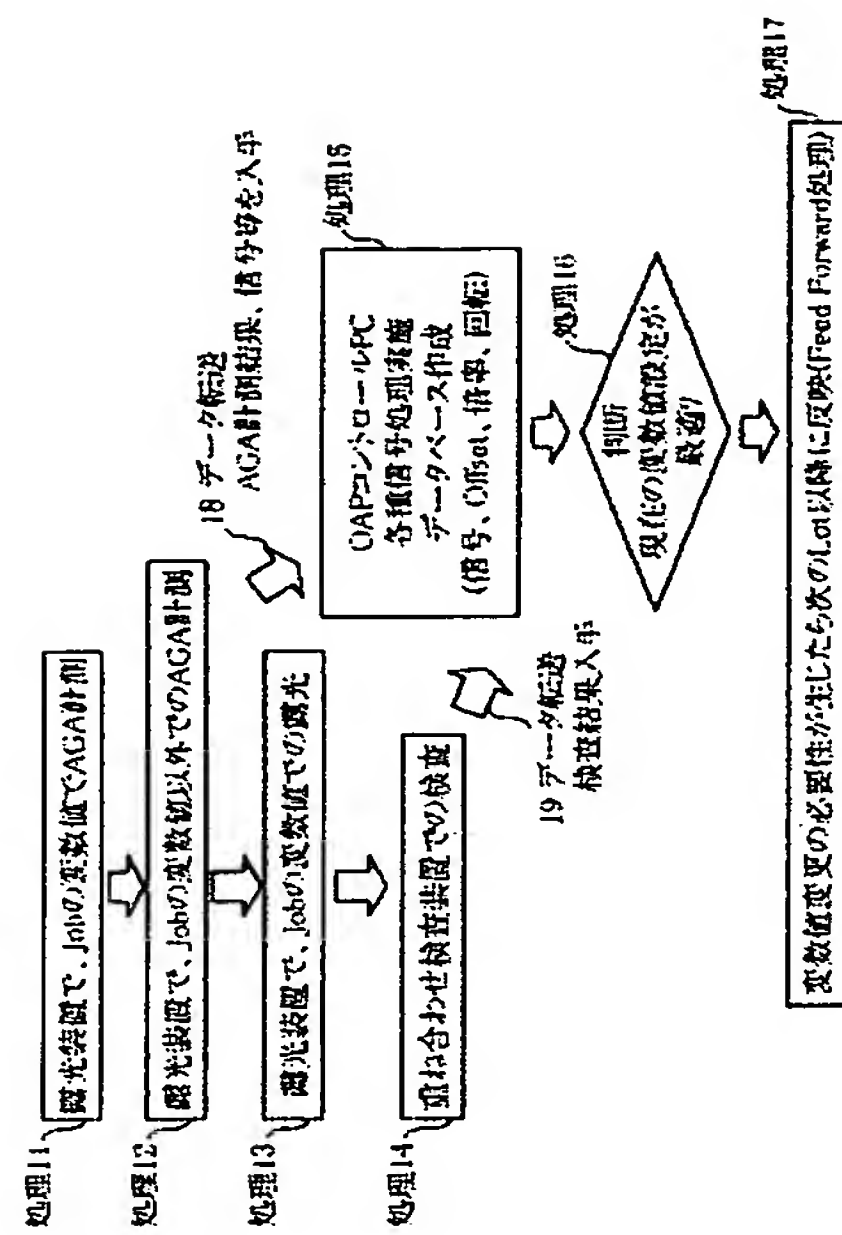
---

[Drawing 1]

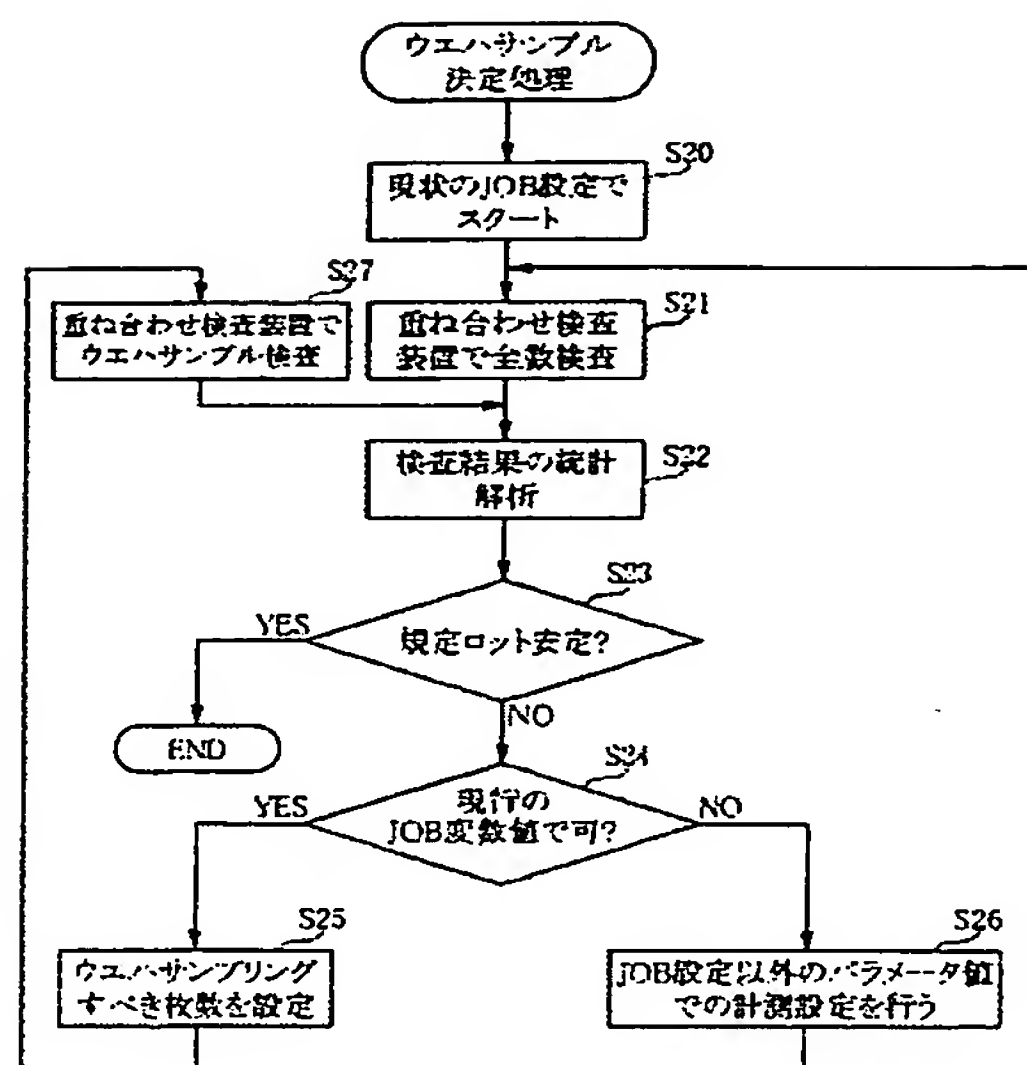


[Drawing 2]

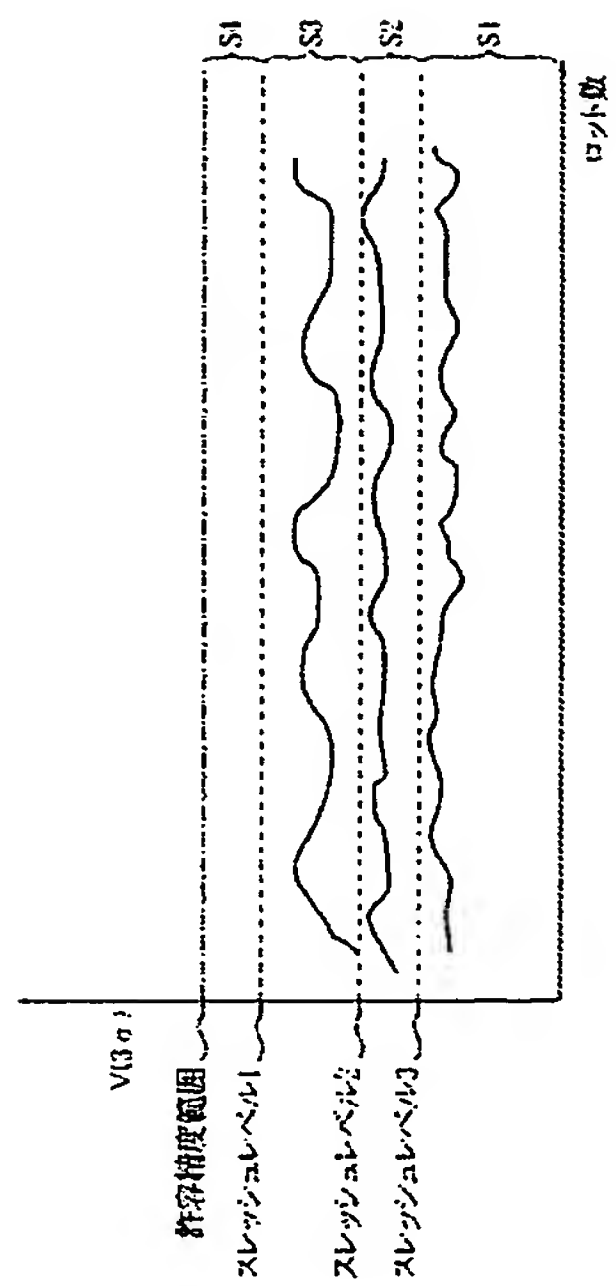




[Drawing 3]

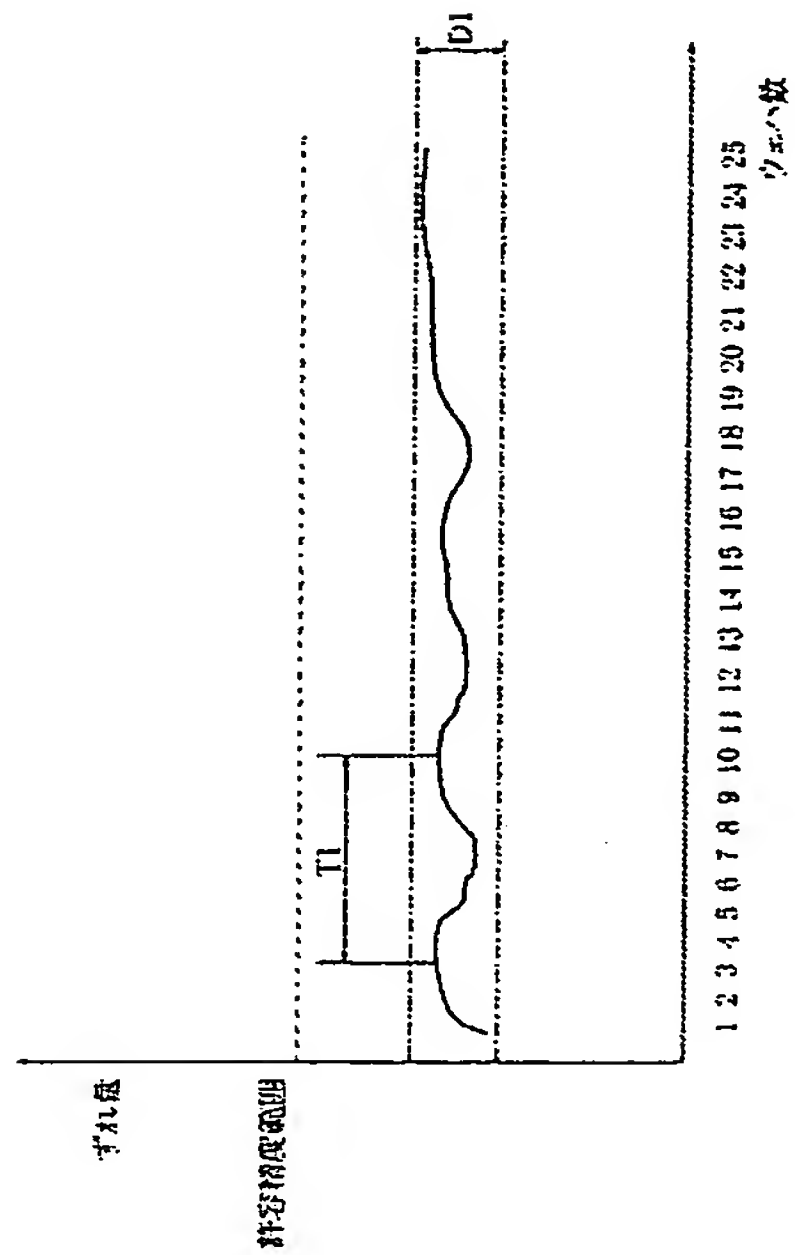


[Drawing 4]

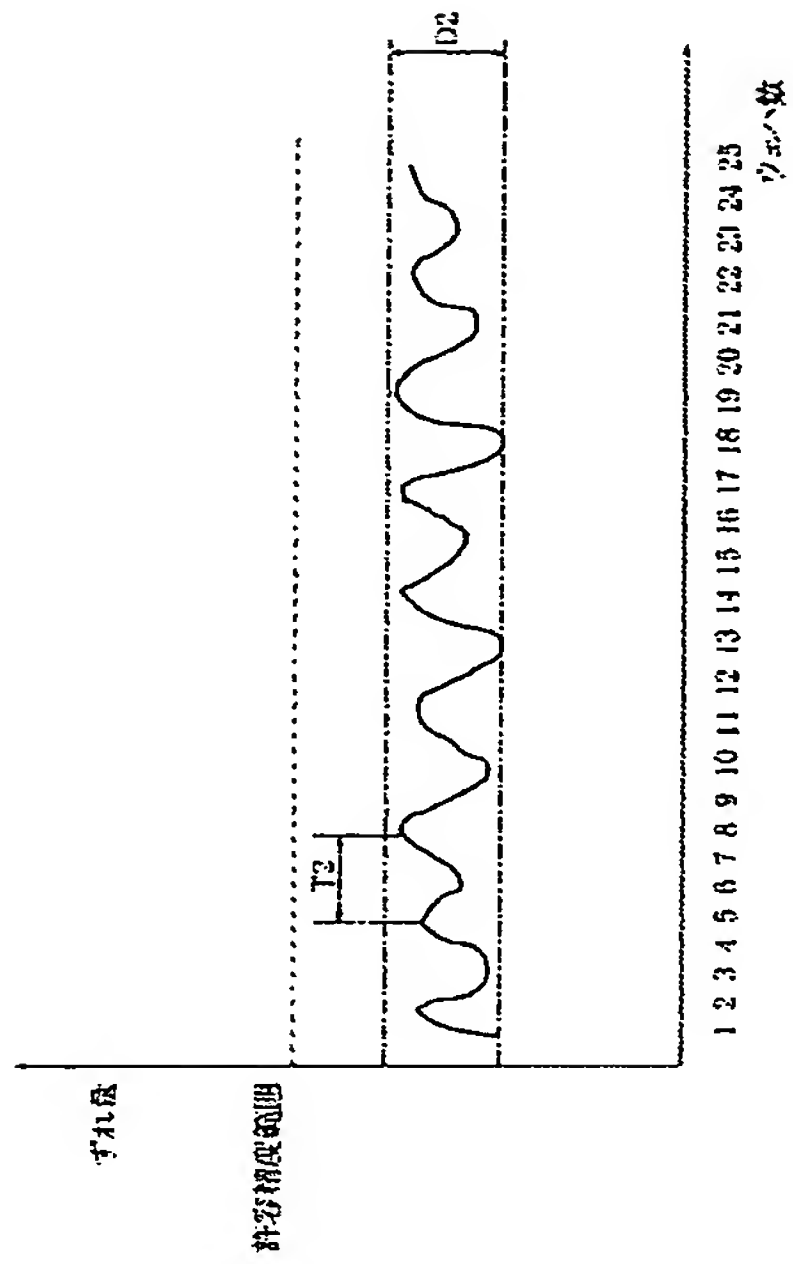


[Drawing 5]

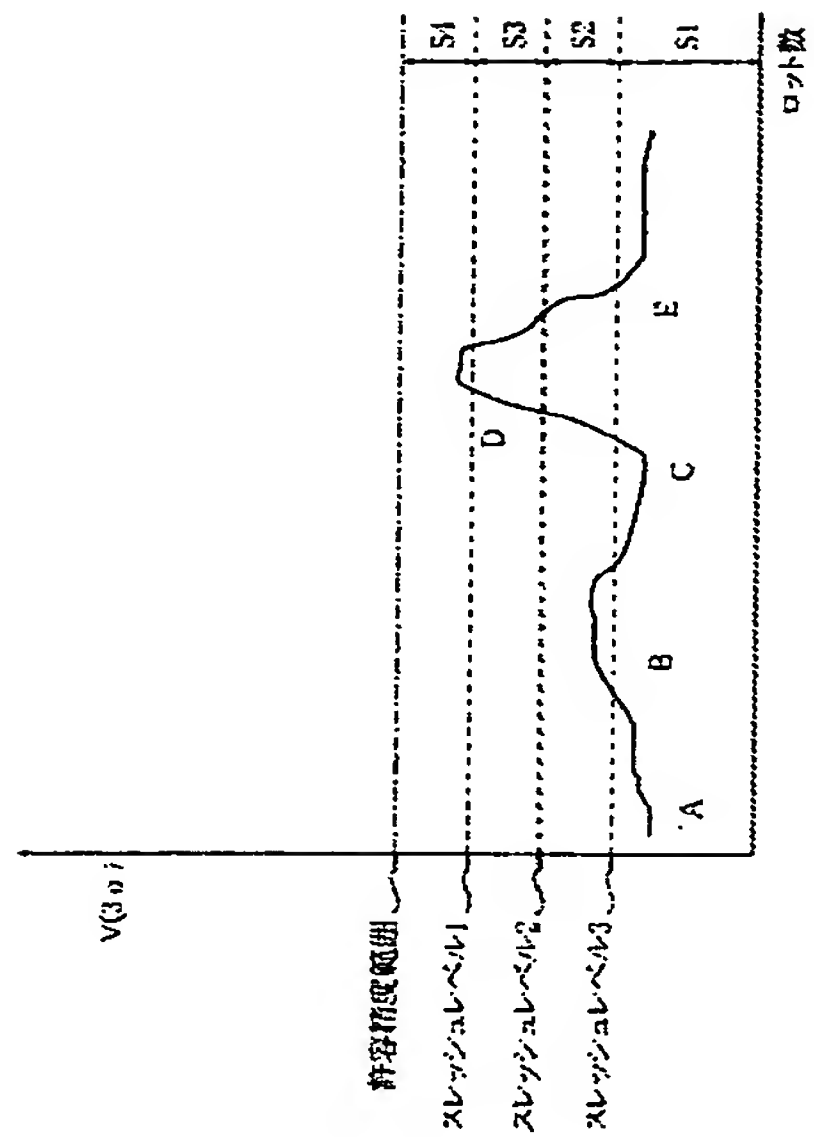




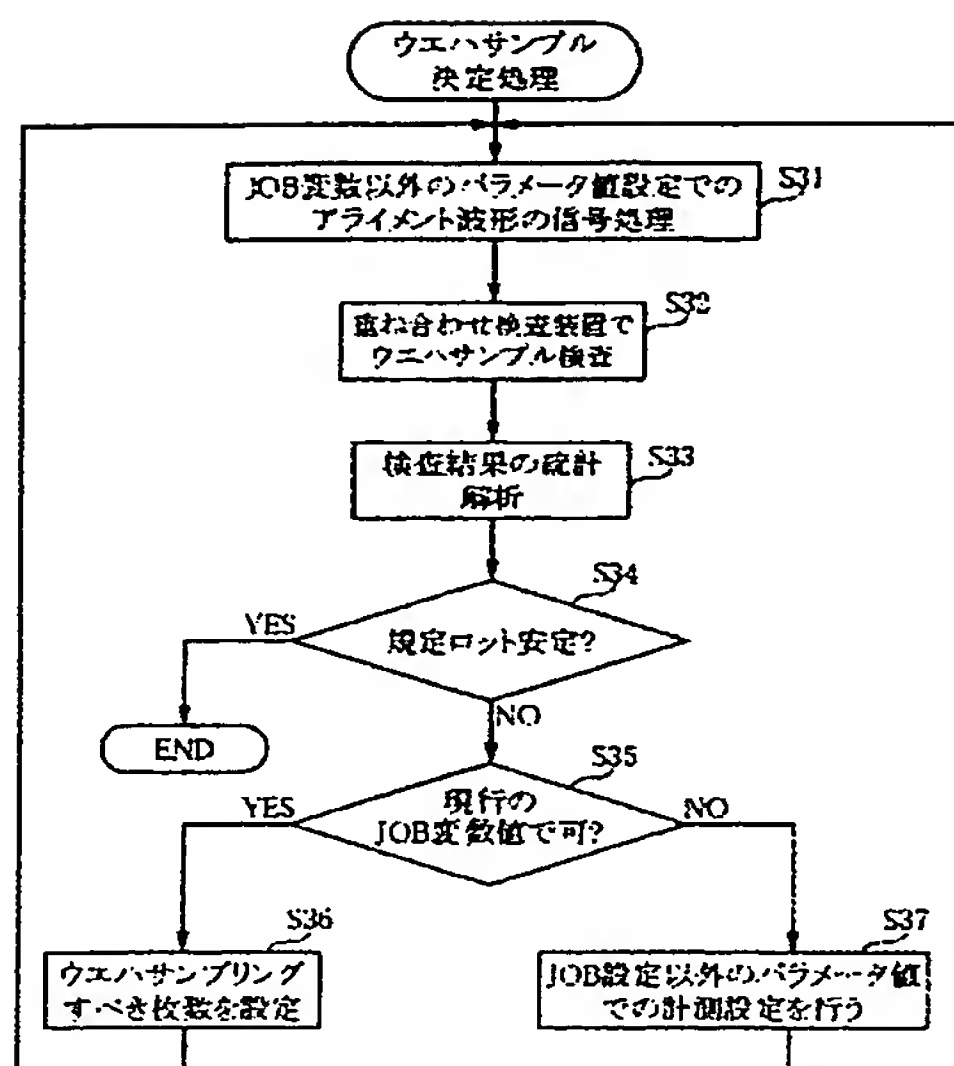
[Drawing 6]



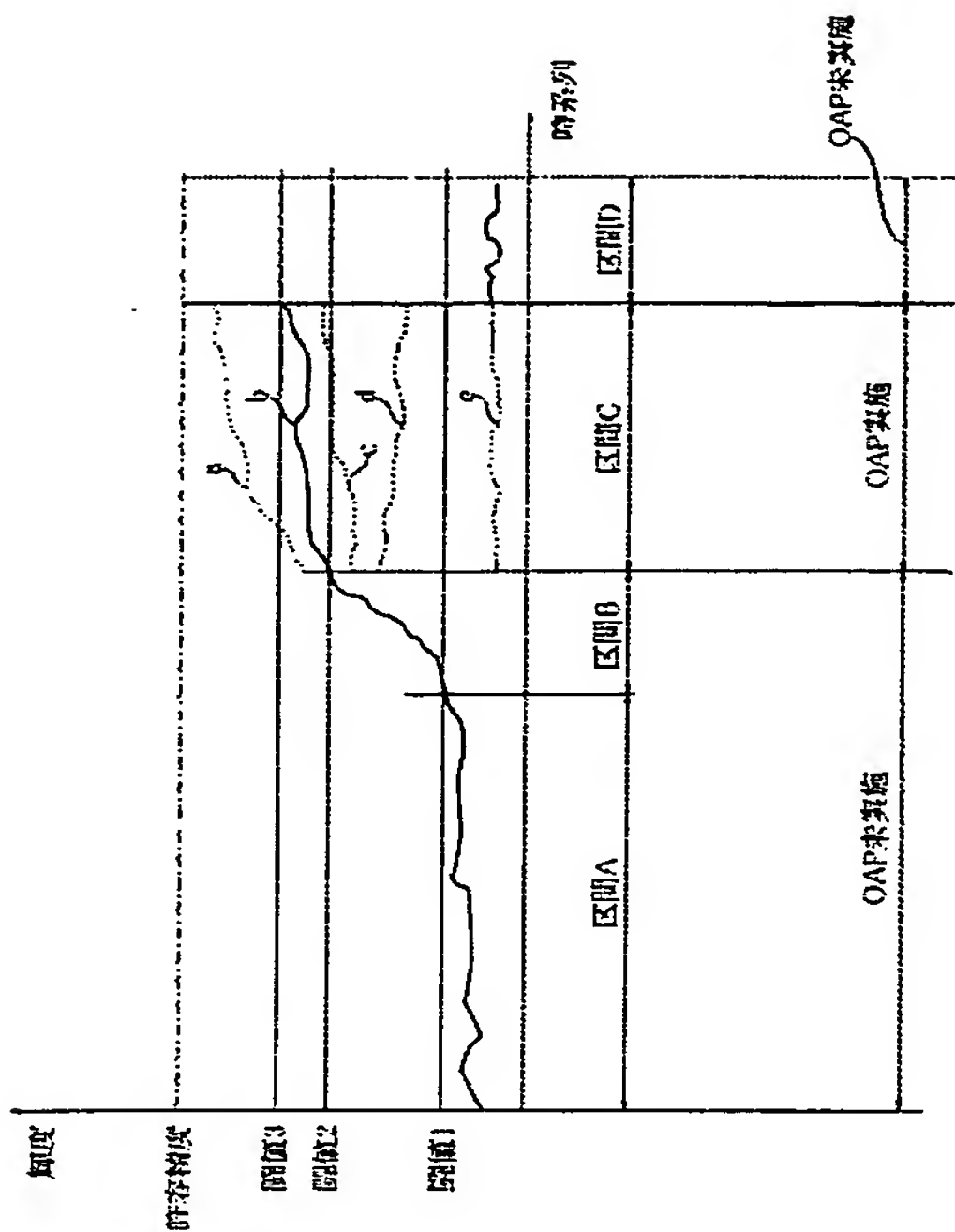
[Drawing 7]

[Drawing 8]

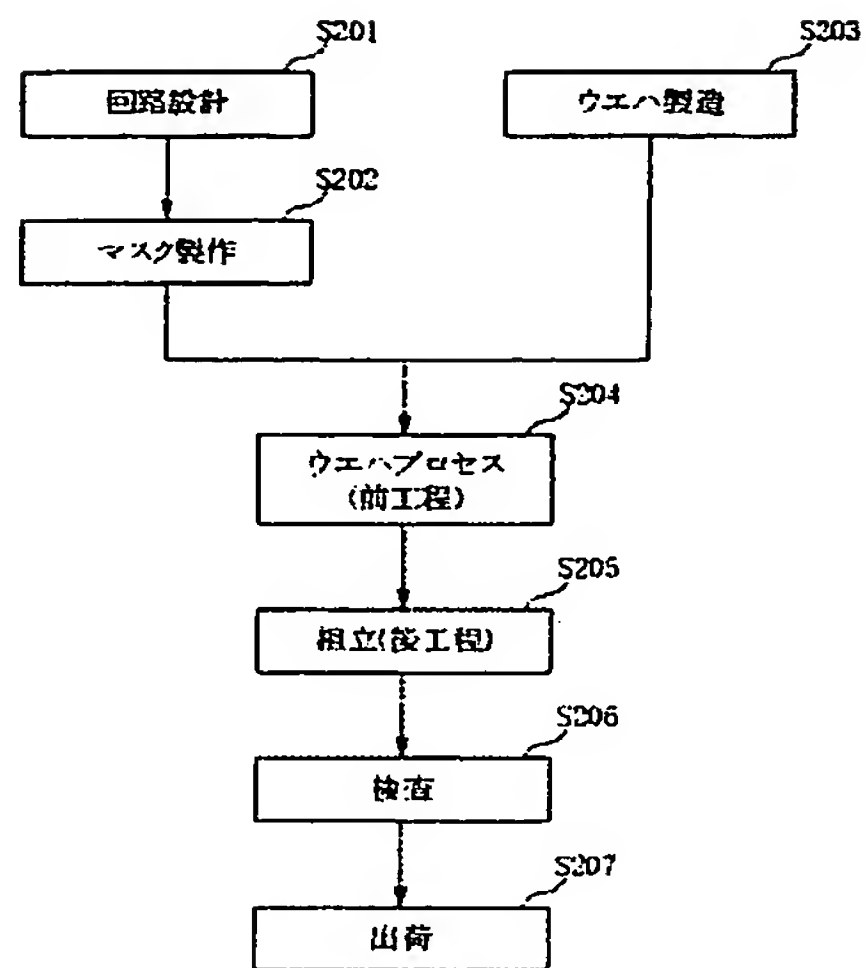




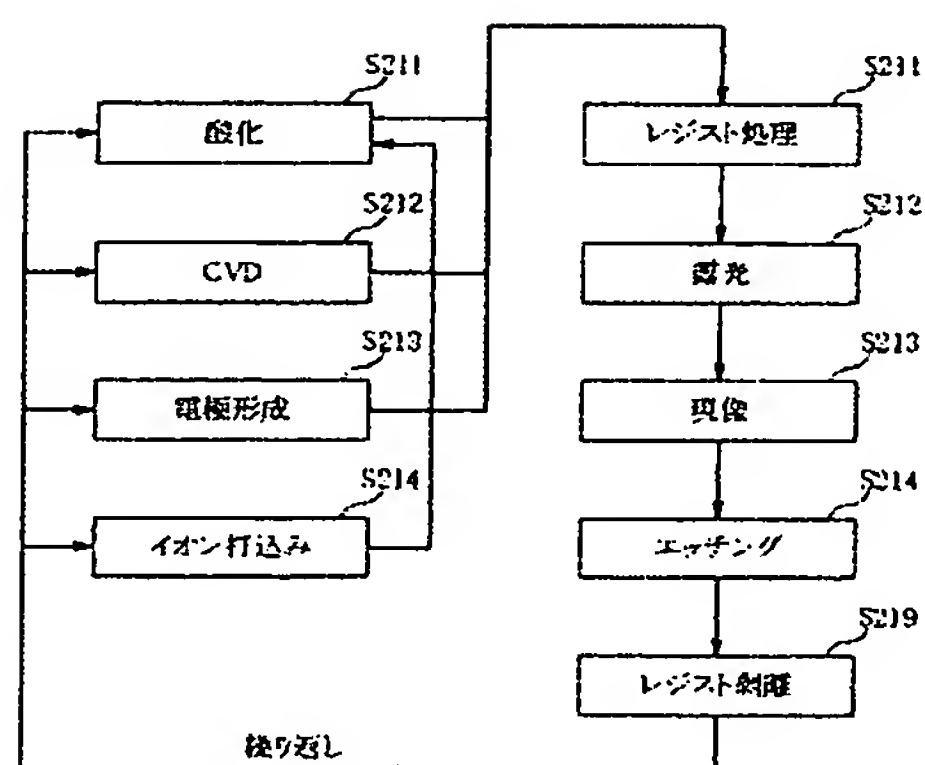
[Drawing 9]



[Drawing 10]



[Drawing 11]





---

[Translation done.]

**\* NOTICES \***

**JPO and NCIPI are not responsible for any damages caused by the use of this translation.**

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.

2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.

3. In the drawings, any words are not translated.

---

**CORRECTION OR AMENDMENT**

---

[Kind of official gazette] Printing of amendment by the convention of 2 of Article 17 of Patent Law

[Section partition] The 2nd partition of the 7th section

[Publication date] June 22, Heisei 18 (2006. 6.22)

[Publication No.] JP,2004-31929,A (P2004-31929A)

[Date of Publication] January 29, Heisei 16 (2004. 1.29)

[Annual volume number] Public presentation / registration official report 2004-004

[Application number] Application for patent 2003-125440 (P2003-125440)

[International Patent Classification]

**H01L 21/027 (2006.01)**

[FI]

H01L 21/30 502 G

H01L 21/30 502 V

[Procedure revision]

[Filing Date] April 28, Heisei 18 (2006. 4.28)

[Procedure amendment 1]

[Document to be Amended] Specification

[Item(s) to be Amended] The name of invention

[Method of Amendment] Modification

[The contents of amendment]

[Title of the Invention] It is the device manufacture approach to a managerial system and an approach list.

[Procedure amendment 2]

[Document to be Amended] Specification

[Item(s) to be Amended] Claim

[Method of Amendment] Modification

[The contents of amendment]

[Claim(s)]

[Claim 1] The managerial system which is a managerial system which manages the test equipment which conducts inspection for changing the value of the parameter in an industrial device and this industrial device, and is characterized by having a means to change the frequency of said inspection according to the result of said inspection.

[Claim 2] The managerial system according to claim 1 characterized by changing the frequency of said inspection based on the result of said inspection.

[Claim 3] The managerial system according to claim 1 characterized by the thing of the error period and error dispersion based on said inspection for the frequency of said inspection changed based on either at least.

[Claim 4] The managerial system according to claim 1 characterized by determining the frequency of said inspection based on the statistical analysis as a result of said inspection.

- [Claim 5] The decision of said frequency is a managerial system according to claim 1 characterized by performing when it is judged that the result of said inspection was stabilized.
- [Claim 6] An acquisition means to acquire the processing result guessed as the actual processing result which an industrial device is operated using an active-parameter value and other parameter value, and is obtained,  
An inspection means to inspect the processing result by said active-parameter value, and to acquire and accumulate an inspection result,  
A modification means to change said active-parameter value based on the actual processing result acquired by said acquisition means, and the inspection result by said inspection means,  
An evaluation means to evaluate the fluctuation condition of the inspection result accumulated by said inspection means,  
A decision means to determine the frequency where said inspection means should be performed based on the evaluation result by said evaluation means  
The managerial system characterized by preparation \*\*\*\*\*.
- [Claim 7] Said inspection means calculates the amount of gaps of said actual processing result as said inspection result, and said evaluation means asks for the fluctuation period of said amount of gaps,  
Said decision means is a managerial system according to claim 6 characterized by determining said frequency based on said fluctuation period.
- [Claim 8] Said inspection means calculates the amount of gaps of said actual processing result as said inspection result, and said evaluation means searches for dispersion in said amount of gaps,  
Said decision means is a managerial system according to claim 6 characterized by determining said frequency based on said dispersion.
- [Claim 9] Said decision means is a managerial system according to claim 8 characterized by preparing two or more thresholds for a multistage story about said dispersion, and determining said frequency based on said dispersion and said two or more thresholds.
- [Claim 10] Said decision means,  
The preliminary decision of the frequency where said inspection means should be performed based on the evaluation result by said evaluation means against said inspection result is carried out,  
The managerial system according to claim 6 characterized by making an actual decision at the time, using said frequency by which the preliminary decision was carried out as the frequency where said inspection means should be performed when judged with the evaluation result of said evaluation means against said inspection result of the quantity defined beforehand having been stabilized.
- [Claim 11] Between preliminary decisions, the frequency where said inspection means should be performed is the managerial system according to claim 10 with which it is characterized by performing said inspection means about said all actual processing results.
- [Claim 12] Said evaluation means is a managerial system according to claim 6 characterized by carrying out statistics processing of said inspection result serially, and evaluating the fluctuation condition of this inspection result.
- [Claim 13] A judgment means to judge whether it is necessary to optimize said active-parameter value based on said fluctuation condition,  
The managerial system according to claim 10 characterized by having further an optimization activation means to perform modification of the parameter value by said modification means when judged with it being necessary to optimize.
- [Claim 14] It is the managerial system according to claim 13 characterized by inspecting total about said actual processing result of the amount as which said inspection means was beforehand determined after this modification when parameter value was changed by said optimization activation means.
- [Claim 15] Said judgment means is a managerial system according to claim 13 characterized by judging whether it is necessary to optimize said set-up parameter value based on change of said fluctuation condition.
- [Claim 16] Said evaluation means is a managerial system according to claim 6 characterized by evaluating the fluctuation condition of this inspection result based on the actual processing result acquired by said acquisition means, the guessed processing result, and the inspection result accumulated by said inspection means.



[Claim 17] Acquisition of the guessed processing result by said acquisition means is a managerial system according to claim 6 characterized by carrying out when performing said inspection means.

[Claim 18] Said industrial device is a managerial system according to claim 1 characterized by being a semi-conductor aligner.

[Claim 19] Said parameter is a managerial system according to claim 18 characterized by being a parameter for performing alignment of the wafer in said semi-conductor aligner.

[Claim 20] The device manufacture approach characterized by manufacturing a device using the industrial device managed by the managerial system according to claim 1.

[Claim 21] The management method which is a management method which manages the test equipment which conducts inspection for changing the value of the parameter in an industrial device and this industrial device, and is characterized by changing the frequency of said inspection according to the result of said inspection.

[Claim 22] The program characterized by making a computer perform a management method according to claim 21.

[Claim 23] The storage characterized by storing a program according to claim 22.

[Procedure amendment 3]

[Document to be Amended] Specification

[Item(s) to be Amended] 0001

[Method of Amendment] Modification

[The contents of amendment]

[0001]

[Field of the Invention]

This invention relates to the device manufacture approach at the managerial system and approach list which manage an industrial device.

[Procedure amendment 4]

[Document to be Amended] Specification

[Item(s) to be Amended] 0011

[Method of Amendment] Modification

[The contents of amendment]

[0011]

This invention is made in view of the above-mentioned technical problem, and aims at reducing the fall of the throughput concerning modification of the parameter value of an industrial device.

[Procedure amendment 5]

[Document to be Amended] Specification

[Item(s) to be Amended] 0012

[Method of Amendment] Modification

[The contents of amendment]

[0012]

[Means for Solving the Problem]

The managerial system of this invention for attaining the above-mentioned purpose,

It is the managerial system which manages the test equipment which conducts inspection for changing the value of the parameter in an industrial device and this industrial device, and is the managerial system characterized by having a means to change the frequency of said inspection according to the result of said inspection.

[Procedure amendment 6]

[Document to be Amended] Specification

[Item(s) to be Amended] 0148

[Method of Amendment] Modification

[The contents of amendment]

[0148]

[Effect of the Invention]

As explained above, according to this invention, it becomes possible to reduce the fall of the throughput concerning modification of the parameter value of an industrial device.

[Translation done.]

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2004-31929

(P2004-31929A)

(43) 公開日 平成16年1月29日(2004.1.29)

(51) Int. Cl.<sup>7</sup>  
H01L 21/027

F I

H01L 21/30 502 G

H01L 21/30 502 V

テーマコード (参考)

5 F 0 4 6

審査請求 未請求 請求項の数 1 O L (全 24 頁)

(21) 出願番号 特願2003-125440 (P2003-125440)  
(22) 出願日 平成15年4月30日 (2003. 4. 30)  
(31) 優先権主張番号 特願2002-129326 (P2002-129326)  
(32) 優先日 平成14年4月30日 (2002. 4. 30)  
(33) 優先権主張国 日本国 (JP)

(71) 出願人 000001007  
キヤノン株式会社  
東京都大田区下丸子3丁目30番2号  
(74) 代理人 100090538  
弁理士 西山 恵三  
(74) 代理人 100096965  
弁理士 内尾 裕一  
(72) 発明者 鈴木 武彦  
東京都大田区下丸子3丁目30番2号キヤ  
ノン株式会社内  
(72) 発明者 稲 秀樹  
東京都大田区下丸子3丁目30番2号キヤ  
ノン株式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 管理システム、管理装置及び管理方法、ならびにデバイスの製造方法

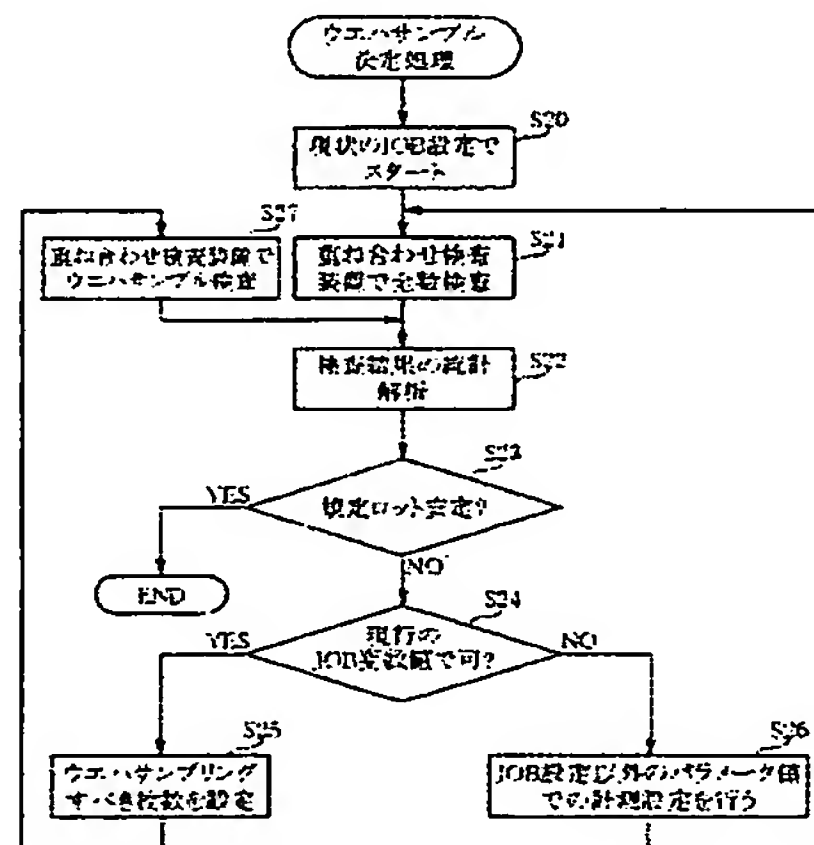
(57) 【要約】

【課題】 産業用機器の量産稼働中において、量産稼働のスループットの低減を防止しつつ、量産稼働中におけるパラメータ値の最適化を達成する。

【解決手段】 設定パラメータ値及び他のパラメータ値を用いて計測を実行し、その計測結果を取得する取得処理を実行可能な露光装置と、この露光装置の設定パラメータ値による処理結果を検査する検査装置とに接続され、取得処理で取得された処理結果と検査装置による検査結果値に基づいて設定パラメータ値を最適化する最適化処理を実行するコンピュータ装置 (PC) を提供する。このPCは、検査装置より検査結果値を取得して蓄積し、蓄積された検査結果に基づいて処理結果の変動状態を評価する。そして、この評価結果に基づいて、半導体露光装置における取得処理の実施、未実施及び実施すべき頻度を決定する。

【選択図】

図 3



## 【特許請求の範囲】

## 【請求項1】

産業用機器を管理する管理システムで、該産業用機器における所定パラメータの値を変更するための検査動作の頻度を変更する機能を有することを特徴とする管理システム。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

## 【発明の属する技術分野】

本発明は、産業用機器を管理する産業用機器管理システム及び方法及び装置に関するものであり、特に半導体露光装置におけるアライメントに関して有効なものである。

## 【0002】

## 【従来の技術】

半導体デバイスの製造用の投影露光装置においては、回路の微細化及び高密度化に伴い、レチクル面上の回路パターンをウエハ面上により高い解像力で投影露光できることが要求されている。回路パターンの投影解像力は投影光学系の開口数（NA）と露光波長に依存するので、高解像度化の方法としては、投影光学系のNAを大きくする方法や露光波長をより短波長化する方法が採用されている。後者の方法に関し、露光光源は、g線からi線に移行し、更にi線からエキシマレーザに移行しつつある。また、エキシマレーザにおいても、その発振波長が248nm及び193nmの露光装置が既に実用化され使用されている。

## 【0003】

現在では発振波長を更に短波長化した、波長157nmのVUVの露光方式、13nmのEUV露光方式が次世代の露光方式の候補として検討されている。

## 【0004】

一方、回路パターンの微細化に伴い、回路パターンが形成されているレチクルとそれが投影されるウエハとを高精度にアライメントすることも要求されており、その必要精度は回路線幅の1/3である。例えば、現状の180nmデザインにおける必要精度はその1/3の60nmである。

## 【0005】

また、デバイス構造も多種多様なものが提案され製品化に向けて検討が行われている。パーソナルコンピュータ等の普及に伴って、微細化の牽引役は、これまでのDRAMを中心としたメモリからCPUチップに移行してきた。今後、更なるIT化に伴い、家庭内ワイヤレスLANやBluetoothと呼ばれる通信システム用デバイス、更に77GHzの周波数を利用する自動車用レーダで代表される高速道路交通システム（ITS：Intelligent Transport System）や24～38GHzの周波数を利用する無線アクセスシステム（LMDS：Local Multipoint Distribution Service）で利用されるMMIC（Millimeter-wave Monolithic Integrated Circuit）等の開発が、半導体デバイスの微細化を一層進めると考えられる。

## 【0006】

また、半導体デバイスの製造プロセスも多種多様であり、露光装置の深度不足の問題を解決する平坦化技術として、既にW-CMP（Tungsten Chemical Mechanical Polishing）プロセスは過去のものとなりつつあり、現在はCuのDual Damasceneプロセスが注目されている。

## 【0007】

また、半導体デバイスの構造や材料も多種多様であり、例えば、GaAs、InP等の化合物を組み合わせて構成したP-HEMT（Pseudomorphic High Electron Mobility Transistor）やM-HEMT（Metamorphous-HEMT）や、SiGe、SiGeC等を使用したHBT（Heterojunction Bipolar Transistor）が提案されている。

## 【0008】



**【発明が解決しようとする課題】**

上記のような半導体産業の現状において、露光装置等の半導体製造装置を使用する上での設定すべき装置変数（＝パラメータ）は、各露光方式、各製品に対応して多数存在する。この最適化すべきパラメータの数は膨大であり、しかも、これらのパラメータは互いに独立ではなく相互に密接に関係している。

**【0009】**

従来は、デバイスメーカーの装置導入担当者がこれらの各パラメータの値（パラメータ値）を試行錯誤により決定しており、このため、最適なパラメータ値を決定するまでに膨大な時間を要していた。また、一旦パラメータの値が決定された後であっても、例えばプロセスエラーが発生した場合には、それに応じた製造プロセスの変更に伴って製造装置のパラメータ値を再度変更する必要がある場合があるが、この場合にもパラメータ値の設定に膨大な時間を要していた。

**【0010】**

また、半導体デバイスの生産においては、製造装置の立ち上げから量産の開始までに割くことができる時間は限られており、各パラメータ値の決定のために割くことができる時間も当然に限られている。更に、CoO（Cost of Ownership）の観点においても製造装置の稼働時間を向上させる必要があるため、一度決定したパラメータ値を変更する際はそれを迅速に行う必要がある。このような状況において、多種多様な半導体デバイスを最適な各パラメータ値で製造することは極めて困難であり、本来は高い歩留まりを得ることができる製造装置であっても、各パラメータ値の最適化がなされないままに使用されるために、不本意な歩留まりしか得ることができず、目に見えない歩留まりの低下を招いていた。このような歩留まりの低下は、製造コストの増加や出荷量の低下を招き、競争力を低下させる。

**【0011】**

本発明は、上記の課題に鑑みてなされたものであり、産業用機器の量産稼働中において、その産業用機器の所定パラメータの値を最適化することを可能とすることを目的とする。また、本発明は、量産稼働のスループットの低減を防止しつつ、量産稼働中におけるパラメータ値の最適化を達成可能とすることを目的とする。

**【0012】****【課題を解決するための手段】**

上記の目的を達成するために本発明によれば、産業用機器を管理する管理システムで、該産業用機器における所定パラメータの値を変更するための検査動作の頻度を変更する機能を有する管理システムが提供される。

**【0013】****【発明の実施の形態】**

以下、添付図面を参照しながら本発明の好適な実施の形態を説明する。

**【0014】**

以下の各実施形態では、産業用機器として半導体露光装置を用い、最適化の対象となるパラメータとして半導体露光のアライメント処理に用いるパラメータを用いた場合を説明する。

**【0015】****<第1の実施形態>**

まず、図1、図2を用いて、本実施形態による半導体露光装置管理システム（以下、露光管理システム）の構成及び動作の概要について説明する。尚、以下では、量産機に対応したアライメント変数の最適化システムをOAP: Optimization for Alignment Parameter in volume productionと称し、OAPを露光装置のアライメント系に適用する例を説明する。尚、本明細書中におけるパラメータ値とは、数値で設定可能なパラメータの数値はもちろん、サンプルショットの配置、アライメント方式の選択といった直接数値には当たらない設定パラメータの選択肢データ等の条件も含まれるものである。当然、変数という表記も数値以外に選択肢

等数値以外の装置内変動要素、条件一般が含まれる。

【0016】

図1は、本実施形態による露光管理システムの全体の概略構成を示す図である。本実施形態の露光管理システムは、複数の半導体露光装置（以下、露光装置という）1、2と、重ね合わせ検査装置3、中央処理装置4、データベース5を含み、これらがLAN6（例えば社内LAN）により接続された構成を有する。中央処理装置4は、露光装置1、2及び重ね合わせ検査装置3からの各種計測値等を吸い上げ、データベース5にデータベース化して保存する。そして、露光装置1、2が量産稼働する間に、パラメータ値の最適化を行い、露光装置1、2に通知する。

【0017】

次に図2を用いて、第1の実施形態によるOAPのシーケンスを説明する。まず、露光装置1に露光を行うウエハが搬入されたとし、それに対応するレチクルが露光装置内に設定されたとする（図2には不図示）。

【0018】

露光装置1では、まずJobに設定された変数の値（＝パラメータ値）により、AGA: Advanced Global Alignmentと呼ばれるレーザ干渉計付のXYステージ精度頼りでのウエハの位置計測を行うグローバルアライメントを行う。そして、そのときの、ウエハ倍率、ウエハ回転、シフト量（以下、これらを総称してAGAデータという場合もある）を求める（処理11）。ここで取得されたAGAデータは、後にOAPをコントロールするPC4へ受け渡される（データ転送18）。

【0019】

次にその際のステージ駆動情報を用いて再度ステージを駆動し、Job以外のパラメータでもAGA計測を行い、この計測結果に基づいてウエハ倍率、ウエハ回転、シフト量（AGAデータ）を求める（処理12）。このAGAデータも先のJobに設定されたパラメータ値で求めたAGAデータと同じく、OAPをコントロールするPC4へ値として受け渡す（データ転送18）。

【0020】

更に、データ転送18では、AGAを行った際に検出されたアライメント信号を全てPC4へ受け渡すことも行う。このアライメント信号をPC4へ受け渡す系をADUL: Alignment Data Uploadと呼ぶ。

【0021】

以上のようにしてAGA計測に関するデータを全て取り終えたら、Jobに設定されたパラメータ値によって得られたAGAデータに基づいてウエハの露光処理を行う（処理13）。以上の処理11～13は露光装置1（或は露光装置2）において実行される処理である。

【0022】

次に、露光処理されたウエハは現像され、重ね合わせ検査装置3に搬送され、重ね合わせ検査装置3によってアライメント結果が計測される（処理14）。なお、アライメント結果の計測とは、AGAデータに基づいてグローバルアライメントされて露光焼付けされたにもかかわらず、実際ウエハ上にどれだけずれて焼き付けられているか、その量（アライメントずれ量）の計測である。

【0023】

OAPをコントロールするPC4では、上記データ転送18によって露光装置より受け渡された、ウエハ倍率、ウエハ回転、シフト量と言うAGAでの計測結果、即ちAGAデータ（Jobに設定されたパラメータ値によるものと他のパラメータ値によるものを含む）をデータベース化して、データベース5に格納する（処理15）。更に、AGAを行ったときに検出したアライメント信号について、別の信号処理を施し（なお、これもパラメータ値の変更に相当するものである）、その時の疑似的なウエハ倍率、ウエハ回転、シフト量（疑似AGAデータ）を推測し、同じくデータベース化してデータベース5に格納する（処理15）。

## 【0024】

更に、重ね合わせ検査装置3で検査された結果もPC4へ渡され（データ転送19）、上述の処理で既にデータベース化された露光装置でのAGA計測値と対応させて、データベース化する（処理15）。

## 【0025】

ここで、別の信号処理とは、違うアルゴリズムによる信号処理であり、例えば、パターンマッチングの手法で自己テンプレート方式をJOB設定で行っているが、外部PC4では違うアルゴリズム、例えば、信号のエッジを検出して、位置検出する手法とか、信号を関数近似して、エッジを求めてから、エッジ間隔の中心を求めるようにするアルゴリズムを採用することをいう。このようにすることで、例えば信号の歪に対する感応性等、信号処理のアルゴリズムに依存する特性を考慮して最適な信号処理を選択することができる。なお、この別の信号処理とは、処理方式は同じであっても使用する信号範囲を限定するウィンドウ幅の変更する処理も含めるものとする。

## 【0026】

また、別の各種信号処理の具体例を挙げれば、以下の様な処理方式がある。すなわち、折り返し対称処理法、

エッジ微分法、

テンプレートパターンマッチ法、

Wavelet変換を前処理とした上記処理法、

等である。これらの各種手法は、よく知られた技術の為、本出願では詳細説明を割愛する。

## 【0027】

更に、重ね合わせ検査装置3で検査された結果もPC4へ渡され（データ転送19）、上述の処理で既にデータベース化された露光装置でのAGA計測値と対応させて、データベース化する（処理15）。

## 【0028】

以上のようにしてデータベース化されたAGAデータ、擬似AGAデータと、重ね合わせ検査装置3による計測結果との相関を、指定したウエハによって行い、現在使用中のJobに対する設定パラメータ値が、最適かどうかを判断する（処理16）。この指定のウエハとは、事前にオペレータが、露光する全部のウエハの中から（例えば数枚おきに）計測用として設定されたウエハのことである。具体的には、ロット内全数検査を行うと、不必要に時間がかかる場合があり、そのため、最初は1ロット全数で重ね合わせ検査を行うが、その結果から、ロットによって精度ばらつきが少ないとわかってくれば、ロットの中で最初の1枚とか、数枚おきとか、予めオペレータが検査するウエハを設定して、どのウエハを検査するかを指定する。

## 【0029】

最適かどうかの判断としては、具体的には所定評価値（例えばシフト量、回転量等）が、現在の設定パラメータ値での評価値と比較して、PC4内にあらかじめ経験則等により求めておいて設置されている閾値以上に良好な評価値が得られるようなパラメータ値が存在するならば、そのパラメータ値を最適なパラメータ値として、そのロット以降のロット露光の場合にその最適なパラメータ値を露光装置1、2に反映し、当該Jobに対する設定パラメータ値として使用する（処理17）。評価値が現在の設定パラメータ値でのものよりも良好となるパラメータ値があったとしても、両評価値の間に閾値を超えない程度の差しかないならば、それは誤差範囲か、例えばパラメータ値を変更することで得られる効果が小さく、一方でそのパラメータ値変更による他の悪影響（例えば設定変更時間によるスループット低下、他の露光条件の劣化等）の可能性があると判断して、Jobパラメータ値の変更は行わない。

## 【0030】

以上のような処理を繰り返すことにより、プロセス変動が発生する場合においても、パラメータ値は次期ロット以降では最適化されて使用が可能となる。

## 【0031】

このように、量産現場にとっては、特別なウエハを、量産行為と別に検討を行うこと無しに、OAPシステムを使用することで、アライメント変数の値の最適化を行うことが可能となる。このため、生産性を落とすことなく、露光装置の実効性能向上させることが可能となる。

## 【0032】

再度、本実施形態におけるOAPを簡潔に表現すると、以下の様に言える。すなわち、AGAショットでの実アライメント信号をJobに設定されたパラメータ値以外のパラメータ値でも取得或は推量し、重ね合わせ検査装置結果と比較して、次期ロット以降で使用するアライメントのパラメータ値を最適化するFeed Forward Systemである。

## 【0033】

ここで、本実施形態でいうFeed Forwardとその反対のFeed Backの定義を行う。

## 【0034】

まず、Feed Backであるが、俗に言う、先行処理のことである。具体的には、ロットの露光処理前に、数枚のSend-a-head Wafersについてアライメント、露光を行い、重ね合わせ検査装置にてOffsetを求めて、その結果を露光装置へOffset入力し、そのロットの残りのWafersを処理する方法である。

## 【0035】

特に少量ロットの場合、CD-SEM計測が行われるのでその間に重ね合わせ検査装置にてOffsetを求めている場合が多い様である。その様な場合には本実施形態を適用すればより効果が発揮される。

## 【0036】

一方、Feed Forwardは、Send-a-head Waferを使用せずに、前のロットの結果を色々な数値処理をして使用する方法である。高価な露光装置の実際に稼動している時間(Uptime)を高くして使用する方が、先行処理よりCoo的に有利と考えたものである。量産製造の現場で適用されると効果が出るものであるが、この前提は、現在の設定されている変数が概略正しいことが必要である。

## 【0037】

図2に示した、OAPの処理の流れを再度簡単に記載すると以下の様である。すなわち、

(1) 露光装置で、Jobの設定パラメータ値(マーク、照明モード、AGA Shot 配置含む)を用いてAGAを行い、得られたAGAデータとアライメント信号をOAPコントロールPCに取り込む。

(2) Jobの設定パラメータ値以外のパラメータ値でも同様にAGA計測を行ない、得られたAGAデータとアライメント信号を取り込む。

(3) (1)、(2)において取り込まれたアライメント信号を異なる処理方法で処理し、さらに擬似AGAデータを算出する(異なる処理方法としては、例えばWindow幅の変更、等がある)。

(4) 露光装置は、設定パラメータ値を用いたAGA計測結果に基づいてウエハを露光処理する。

(5) 露光済みのウエハは、重ね合わせ検査装置3に搬送され、アライメントされた露光焼き付け結果の実際のアライメントずれ量の計測が行われる。

(6) 重ね合わせ検査装置3の計測結果を入手する。

(7) (2)で取り込まれたAGAデータ、(3)で生成された擬似AGAデータ、(6)で入手した検査データによりデータベースを作成する(アライメント信号、Offset、ウエハ倍率、ウエハ回転)。

(8) 現在の設定パラメータ値が最適か判断する。

(9) パラメータ値変更の必要性が生じた場合は、次のロット以降に反映する(Feed Forward処理)。



## 【0038】

以上がOAPに関する基本処理である。本実施形態では、更に、設定パラメータ値以外のパラメータ値によるAGA計測、ADULを行うべきウエハ、即ち、ウエハサンプリングをすべきウエハの抽出頻度を適正化する。以下、本実施形態による上記抽出頻度の適正化処理について説明する。

## 【0039】

OAPを実施するにおいて、設定パラメータ値以外のパラメータ値によるAGA計測や、ウエハのアライメント波形データをサンプリングする処理(ADUL)が行われると、生産量とは結びつかない処理のための時間が必要となるので、OAPを行わない装置に対して単純に処理スピードのみで考えればスループットが低下する可能性を持つ。即ち、ウエハサンプリングはスループットの低下をもたらす可能性がある。

## 【0040】

そこで、本実施形態では、装置、プロセス、装置の置かれている環境、重ね合わせ検査装置3より得られる重ね合わせ精度に応じて、ウエハサンプリングを行なうべきウエハの抽出頻度を決定(適正化)する。こうして、全数のウエハについてウエハサンプリングを行わず、適正な頻度で実行させることにより、スループットの低下を抑える。

## 【0041】

例えば装置が安定していて、一度決めたパラメータ条件(パラメータ値)がそのまますべての量産ロットに対応すればウエハサンプリングをせずに、そのままのパラメータ条件が使える。しかし現実には装置状態、プロセスによる状態等が変化するため、以前に決めたパラメータ値を永久的に使用できるとは限らない。そこで、本実施形態では、状況に応じた、適切なウエハサンプリングの頻度を決定し、量産稼働中におけるパラメータ値の最適化と、処理スピード的スループットの維持とを両立する。

## 【0042】

ウエハサンプリングをどのように行うかという解決策として、OAPに収集されるデータベースをデータ解析することが有効となる。

## 【0043】

まず重ね合わせ検査装置の検査データを定常的に調べるのが有効である。統計上の基本処理としてある確率分布に従う標本列  $\{x_i \mid i=1, 2, \dots, N\}$  が与えられた場合、(標本)平均(mean)および(標本)分散(variance)は、

## 【数1】

$$\bar{x} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N x_i$$

$$\sigma^2 = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (x_i - \bar{x})^2$$

で定義される。

## 【0044】

これらは、標本列から計算される代表的な統計量であり、画像処理でも多くの応用で利用される基本的な量である。(標本)分散の平方根は、標準偏差(standard deviation)と呼ばれている。

## 【0045】

これらの統計で使用されている基本的な計算から、重ね合わせ検査装置3とAGAデータ、擬似AGAデータを前記平均、分散などの統計処理をして監視を行なう。ロット内のウエハに関してはウエハ毎に重ね合わせ検査装置3の重ね合わせずれ量を監視する。ロット毎にはウエハ25枚ごとのずれ量の分散(記号で $\sigma$ で示す。)の3倍の $3\sigma$ 値を計算して監視することで重ね合わせのばらつき精度が監視可能である。重ね合わせ検査装置とAGAデータ及び擬似AGAデータの相関が取れば、AGAデータで代用することも可能である。 $3\sigma$ 値が設定された許容値から外れる場合や、ロットの交換周期より充分短期的な変動がある場合は、ウエハのサンプリングを多くしても、サンプリングすればするほどパ

ラメータ値を変更しなければならない機会が増えるだけで、そのたびに安定しないのでこれを次のロットのウェハに適用しても意味がないことになる。すなわち装置性能がでない場合は装置になんらかの不安定にさせる要因があるわけで、これはパラメータ値の最適化で直ることはありえないため、装置のメンテナンスが必要で、この場合は例えばエラー表示等を行ってオペレータに警告するようにすればよい。

#### 【0046】

ここで短期的な変動とは、例えば同一時期のロット内での各ウェハ間のOffset変動のことであり、反対に長期とは、例えば別のロットとの前のロットとのOffset変動のことである。半導体製造において典型的な例では、ある工程が次ぎに来る日時は数ヶ月かかる場合が多いためこの様な言い方で区別することができる。又、誤差の発生する確率分布が正規分布等のランダムなものであれば、サンプリング数を増やせばそのデータは平均化効果で信頼できるものとなり安定したものとなる。しかしながら、サンプリング値が変動を代表する値となりえない、例えばだんだんずれていく様な誤差の発生例、具体的にはCMP工程等で発生する誤差、では、サンプリングのウェハ数を増やしても、安定した結果を得ることができない。

#### 【0047】

これに対して、OAPの適用で効果が顕著であるのは、なんらかのアライメント精度を悪化させる要因が、装置のアライメントパラメータ値の最適化（画像処理等の信号処理の最適化を含む）でアライメント精度を一定水準に保つことができる場合である。

#### 【0048】

アライメント精度の安定性は、装置の安定性、製造ラインのプロセス安定性にも影響され、アライメント精度劣化の要因分析はパラメータ条件を変えたりして要因分析を行ったりするが要因の特定はなかなか困難である。

#### 【0049】

ウェハサンプリングを行なうウェハの抽出頻度（ウェハサンプリングの頻度）の決定に関しては、重ね合わせの精度結果（重ね合わせ検査装置の計測結果）とアライメント波形を基に信号処理した精度結果のデータベースを基に判断を行う。以下、本実施形態のウェハサンプリングの頻度の決定処理について詳細に説明する。

#### 【0050】

OAPを行うウェハ、すなわち、ウェハサンプリングを行なうウェハは、プロセスの最初の導入時においては、全数のウェハとすることが望ましい。これは、プロセスの導入時においては、装置や当該プロセスの安定性がわからないためである。

#### 【0051】

OAPにより、ウェハサンプリングの結果と、重ね合わせ検査装置3によるそれらウェハの検査結果とから、現在のJOBに設定されたパラメータ値以外のパラメータ値がより適切であると判定された場合は、これを次のロットの処理のパラメータ値に反映させる。即ち、前のロットの結果を反映するために次のロットの変数の値を変化させてゆく。この方法としては、最初に設定したJOBパラメータを基準のパラメータとして使用して、オフセットデータ、アライメント波形の変動状況を違うパラメータ条件での信号処理と比較して行い、最初に設定したJOBパラメータよりも有効なJOBパラメータがあるかを外部のPC4で比較しながら、データをデータベースに蓄えていく。

#### 【0052】

有効とする判断としての具体例としては、ウェハ内のAGAショットのアライメントデータのばらつき分布を解析することがあり、安定性の傾向はつかめる。このアライメントデータとは、ここではグローバルアライメントとしてのステージ精度に依存した理想格子からのずれ量、及び重ね合わせ検査装置の計測結果である。このようにデータベースの変動をOAPのコントローラがデータベース整理を行うことで、ウェハサンプリングの傾向をつかめるようにできる。

#### 【0053】

各プロセス（工程）ウェハに対するアライメント精度は、重ね合わせ検査装置の検査結果

で精度の良し悪しが判明するので、精度の良い工程はウエハサンプリングを少なくとも全体サンプルからのばらつきが少ないので問題がない。ウエハサンプリングを行なうべきウエハ枚数、例えばロット毎の枚数をどのように設定するかは、スループットと許容精度との余裕度より決定することで解決できる。

#### 【0054】

より具体的には、例えばロットごとの標準偏差値のスレッシュレベル値範囲を図4の例のように1～3に設定して、ロット毎の標準偏差値から判断する。すなわち、初期のいくつかの全ロット、全数ウエハに対して重ね合わせ検査を行ない、精度の傾向を監視し、重ね合わせ精度のランクわけを行う。具体的には後述するが、ばらつきを表す $3\sigma$ 値についてスレッシュレベルでランクわけをして、そのランクに応じた抽出頻度を決定する。また、抽出頻度決定後のウエハサンプリングの状況はアライメント精度を時系列に見ておいて精度が悪化するようであれば、ウエハサンプリングを実行する頻度を多くするというように、状況に応じて頻度を変えてゆくようにする。

#### 【0055】

ロット毎のサンプリングを例に考える。アライメント精度を悪化させる要因としては、前述したようにプロセス、装置、ライン毎の環境変動がある。どの要因によるかの分析は別途行う必要があるが、ウエハサンプリングの基本的な考え方は、プロセス導入の初期において多数のウエハのデータを取って、データの許容精度に対する余裕度からウエハサンプリングの実行頻度を判断する。

#### 【0056】

図3はウエハサンプル決定処理を説明するフローチャートである。本実施形態では、初期ロットについてはADUL（ウエハサンプリング）を行わず、重ね合わせ検査装置による検査結果とAGAデータとのずれ量に基づいてウエハサンプリングの実行頻度を設定する。ここで、ずれ量が大きく、パラメータ値の変更が必要であるような場合には、図2に示したOAPを用いてパラメータ値を最適化して、上記処理を実行する。

#### 【0057】

まず既に決められている現状のJOB設定で初期ロットの露光処理を開始する（ステップS20）。各露光プロセス開始毎に初期ロットの全ウエハの露光におけるアライメントの重ね合わせデータを重ね合わせ検査装置で検査する（ステップS21）。

#### 【0058】

半導体製造プロセスにおける各プロセスでは、アライメントマークの縦構造が異なるため、露光装置のアライメントOffsetは全プロセスウエハにおいて、重ね合わせ検査装置を使用して求める必要がある。その結果をOAPに通信で送る。通信手段としては、本実施形態ではLAN6が用いられるが、他の公知の通信手段を用いてもよい。

#### 【0059】

次に、検査結果の統計解析を行う（ステップS22）。本実施形態では、（1）ロット内のウエハ単位の検査結果とAGAデータとのずれ量の変動周期、変動幅を調べ、（2）ロット単位でずれ量の $3\sigma$ 値の変動を調べる。

#### 【0060】

信号の変動周期はウエハごとのずれ量の値の増減を調べて各データごとの差分をとり数値符号を調べれば容易に求められる。図5、図6はずれ量のばらつきと変動周期を調べたものでT1、T2が変動周期、D1、D2がばらつきの幅を示す。変動周期の値に対して少なくとも半分の周期でサンプリングすれば、サンプリングの定理からもとの変動波形は復元可能だから、それをもとにウエハサンプリングを行う。

#### 【0061】

変動に規則性がある場合には、その周期を考慮すれば、少ないサンプリング数で、小さな値に $3\sigma$ とすることが可能となる。図5の場合T1が6なので少なくとも3枚おきにサンプリングすれば良い。ロット25枚の場合だと8枚に設定すれば良い。

#### 【0062】

このように変動が周期的なものはいいが、ランダムな場合はこのような手法は使えない。

そこで標準偏差 $\sigma$ 値をもとにばらつきの幅を $3\sigma$ によって判断する。図4は重ね合わせ検査装置3の検査結果に基づいて得られるずれ量の $3\sigma$ 値を数ロットにわたりプロットした図である。許容誤差精度の範囲において、精度レベルを複数の多段のスレッシュレベルに分けて判定する。

#### 【0063】

$3\sigma$ 値がスレッシュレベル3以下の範囲（スレッシュレベル範囲S1）のものは安定しており、JOB変数も最適と判断できる。またこの状態が安定して続くことが確認できたら、ウエハのサンプルもロット1枚で良いと判断できる。このように $3\sigma$ 値のレベルからウエハサンプリングを決定することが可能である。

#### 【0064】

例えば、スレッシュレベル範囲S2の場合は10枚、スレッシュレベル範囲S3の場合は15枚というように決めることが可能である。このスレッシュレベル毎の枚数に関しては、プロセス管理者の判断によって変更できるようにしてもよい。

#### 【0065】

規定ロット数にわたって上記 $3\sigma$ 値が安定していれば量産用のJob変数としては信頼性がおけるものとして判断できる。またウエハサンプリングに関してもプロセスが変化したり、装置変化がない場合は条件を固定できるので、本処理を終了できる（ステップS23）。

#### 【0066】

なお、規定ロット数に関してはプロセス管理者が設定可能としてもよい。ステップS23で規定ロット数にわたって安定していることが確認できていない場合は、ステップS24へ進む。ステップS24では、ずれ量の変動に基づいて現行の設定パラメータ値で良いかどうかを判定する。現行のパラメータ値のままでよいと判定された場合は、ステップS25においてスレッシュレベルに応じてウエハサンプリングすべき数を決定する（スレッシュレベル範囲S4：20枚／ロット、スレッシュレベル範囲S3：15枚／ロット、スレッシュレベル範囲S2：10枚／ロット、スレッシュレベル範囲S1：5枚／ロット）。そして、ステップS27において、ステップS25で決定された実行頻度で重ね合わせ検査装置3による検査を行う。

#### 【0067】

一方、ステップS24において、現行のパラメータ値を変更すべきであると判定された場合は、ステップS26へ進む。ステップS26では、図2で説明したOAP処理を実行して、パラメータ値の最適化を図り、上記ステップS21からの処理を繰り返す。現行のパラメータ値を変更すべきであるかの判定する場合に、前後のロット間でスレッシュレベル2段階以上悪化した場合にパラメータを変更すべきと判定することでも良い。

#### 【0068】

以上のように、スレッシュレベル値によりウエハのサンプリング数の設定と現行のJobパラメータ設定値でよいかの判断を自動的に行なわせることができる。一般に最初はプロセスと装置Jobパラメータ設定値が決まらない場合は条件を振って確認作業が必要となるため精度も変動することが考えられる。そのような例を示して説明を行う。

#### 【0069】

例えばAGAショットの設定について述べる。計測にとってはできるだけウエハの外側にAGAショットを設定した方が、計測スパンが長くなるので、AGA計測値の精度は向上する。一方、WIS: Wafer Induced Shiftと呼ばれているプロセス誤差が原因であるアライメントマークの非対称性は、CMP等のプロセスウエハではウエハの外側に行く方が、悪くなる。

#### 【0070】

そこで、AGAショットを決定する時に、一番外側、次にやや内側、更に内側、と設定を変えてアライメント精度のモニタを行い検討を行う。この場合に最終的にどこをAGAショットとするかは、例えばAGA計測再現性や露光後の重ね合わせ検査装置の計測結果等で判断を行う。これ以外に、例えばAGAショットの個数、照明モード、処理ウィンドウ



等の設定を変えながらアライメント精度の変動状況をモニタする場合も考えうる。

【0071】

図7は重ね合わせ検査装置の精度結果（ウエハ倍率、ウエハ回転、シフト量と言うAGAデータをデータベース化して時系列的に変化を見る）をプロットしたものである。

【0072】

スレッシュレベル1～3で許容精度範囲を区切ることで精度範囲をS1～S4の範囲に区分して精度レベルを判定するのに使用できる。

【0073】

最初のデータが図7の前記精度範囲がS1の場合は、精度が良いため、全データ取得後、5枚／ロットで処理をスタートする。その後、数ロット見てみて精度の悪化がないようであればそのまま良いが、その後、Bのようにデータが悪化するようであれば、BはS2レベルでありサンプルを10枚／ロットのように多くしてまた数ロット様子を見る。その結果Cのように精度が落ち着けば、ウエハサンプリングを5枚で行うことで落ち着かせる。その後Dのように急激に精度が悪化するようなことがあればJOBパラメータの条件（パラメータ値）を再度見直す。装置がなんらかの要因で悪化したこと、またはプロセスの要因を見直したりする必要があることが考えられるからである。一方、精度の安定が長期に維持されるようであれば、一枚／ロットにして様子を見、それでも安定するようならばそのまま一枚／ロットにするようにしてもよい。

【0074】

3σ値の変動がゆるやかな場合には現行のJOBパラメータ値で、ロット毎のサンプリングするウエハ数をスレッシュレベル範囲に従って決める。例えば、図4や図7のように、設定範囲を3段階に設定した場合は精度が良い範囲順に（S1～S4の順に）、5枚、10枚、15枚、20枚のように設定する。（ステップS25）。

【0075】

また、図7のC～Dの部分のように、変動幅が急激に変化するのであればなんらかの装置状態、プロセス状態が変化したと考えられるので、プロセス条件を変更して変化を見ることも有効になる。本実施形態では、図2で説明したOAP処理を実行してパラメータ値を最適化する（ステップS26）。ここで設定パラメータ値の変更指示をLAN6を通して露光装置1（或は2）に指示してJOB設定を変更する。

【0076】

パラメータ値の変更タイミングはFeed Forwardの場合は次のロットから適用となる。別の適用例としてロットがまだ初期ロットで条件がまだ安定していない場合、ロット内のウエハが複数過ぎた所で検査結果が安定したと判断できたところでそれ以降のロット途中、JOB変数の条件を変更することも可能である。その場合はFeed Back的な処理となる。なお、ステップS26でプロセスを変更した後は全数ウエハについて重ね合わせ検査装置3で検査したほうが高精度な検査が可能となる（ステップS21）。

【0077】

また、プロセスが要求する精度からもう少し精度を追い込みたい場合等、プロセス毎にスレッシュホールド、精度許容条件を変更することで、プロセス毎または装置ごとの条件を設定することが可能である。装置にもある程度機差があることも考えられ、装置毎に許容値を設定可能とすることは、このような機差に個別的に対応できる点でも好ましい。

【0078】

ステップS25でウエハ枚数が決定されれば、また露光装置でOAP及び露光処理を行ってから重ね合わせ検査装置でサンプルウエハの検査を行う。（ステップS27）。この一連の処理を繰り返すことでウエハサンプリングの適切な実行頻度を自動的に判断できることになる。ステップS25で決定された実行頻度は、ステップS23で本処理を終了した以降、露光装置におけるウエハサンプリングの実行頻度に設定される。

【0079】

また精度が悪化した際の要因分析に関してはいままで蓄積したOAPにおけるデータベース上のアライメント計測波形とか、CD-SEMでの実際のウエハの形状計測を行うことで

、要因分析を行える。そのようにして原因がわかり、精度が安定するようになれば、ウェハサンプリングの枚数を減らすことができ、ADULでのスループットの低下を少なくできる。このようにOAPのデータベースによる重ね合わせ検査装置の計測結果の状況に応じて、ウェハサンプリングを行うことで、スループットの低下と精度保証の両面で最適なロット管理が行える。

#### 【0080】

なお、ウェハのサンプリング枚数の変更はOAPコントローラに接続したタッチパネルコンソール又はOAPをPCベースでコントロールできる構成するとすれば、各キーボード入力にて変更できるようにすることも可能である。

#### 【0081】

##### <第2の実施形態>

図8はJOB変数値以外のアライメントデータを決定する第2の実施形態による処理を説明するフローチャートである。第1の実施形態では、JOBに対する設定パラメータ値（含む信号処理）は固定し、アライメント波形のADULデータ転送を行わずに初期ロットを処理して、重ね合わせ検査装置3の計測結果からウェハサンプルの実行頻度を決定した。これに対して、第2の実施形態では、初期ロットから、JOB変数値以外の条件でのアライメント波形データのADULを実施し、その精度結果を解析することで、ウェハサンプリングの実行頻度を決定する。

#### 【0082】

以下、JOB変数値を振ってみたが、精度が規定値を満たさないのにさらにJOB変数値を変更して、精度の追い込みをしたい場合を想定する。

#### 【0083】

まず全ウェハを設定されているJOB変数値とそれ以外のパラメータ条件（パラメータ値）でのウェハサンプリングを行う（ステップS31）。その後、予め決められたJOBの設定パラメータ値で行われたアライメント結果により露光、現像を行い、重ね合わせ検査装置にて重ねあわせの精度結果を評価する。設定パラメータ値で露光を行ったアライメント結果を重ね合わせ検査装置での検査結果を基準とし、JOB変数値以外の条件での擬似露光結果を検討する。擬似と記載したのは実際に露光しているわけではなく、あくまで露光機における計測精度での検討によるからである。アライメント信号波形も入手しているので各種信号処理の検討も可能である。実際に露光機においてアライメント時に使用し、露光処理を行った信号処理以外の処理も行ってみる事も可能である。この検討をロット内の複数のウェハを使用して統計処理を行い検討結果を導出する（ステップS33）。

#### 【0084】

規定ロット数を予め設定して、規定ロット数にわたって安定した精度許容値内にある場合は終了する（ステップS34）。規定ロット数に満たない場合は、現行の設定パラメータ値の変更の可否を判定する。

#### 【0085】

現行の処理とJOB変数値以外での処理を3 $\sigma$ 値で精度比較して、JOB変数値の方がロット内変動がより少ない場合はその精度に応じて（前記、実施形態のスレッシュホールドレベルによる分類）予め設定してあるウェハサンプリング数に設定を変更する（ステップS36）。

#### 【0086】

一方、精度が要求精度に対して、余裕がない場合、或は明らかに3 $\sigma$ 値の安定性がJOB変数値を変更した場合のほうが安定する場合は、現行JOBの設定パラメータ値以外のパラメータ値に変更を行う指示を露光装置の方に指示する（ステップS37）。この場合、状況に応じて更にウェハサンプリングの頻度を多くしてからステップS31に戻るようにしてもよい。

#### 【0087】

##### <第3の実施形態>

次に、第3の実施形態について説明する。第3の実施形態は、第1の実施形態におけるO

A Pを実施する上でのスループット低下を課題にしている。第1の実施形態でも述べたが、O A Pを実施する際に、J O B以外のパラメータ値によるA G Aデータ取得（A G A計測や、A D U L）が行われると、生産量とは結びつかない処理のための時間が必要となるので、O A Pを行わない装置に対して単純に処理スピードのみで考えればスループットが低下する可能性がある。第1の実施形態では、その対策として、ウエハサンプリングの頻度の最適化を行った。

#### 【0088】

本実施形態では、装置、プロセスの置かれている環境を総合的に判断するために、重ね合わせ検査装置で測定した重ね合わせ精度及びJ O Bパラメータ値、J O B設定以外パラメータ値のA G A計測データ、各種信号処理結果を時系列的に継続して判断することで必要精度内の精度ランクに応じて、装置の性能を判断してスループット、性能両面から装置のC o oを最大限に発揮できる方法を提供する。

#### 【0089】

O A Pではそのために装置稼動中にJ O B以外のパラメータ値をすべて、振って確認すれば理想だがそれではスループットが落ちてしまうので、予測されるパラメータ値候補を想定して、計測データを取得して外部のコントローラで判断を行っている。

#### 【0090】

パラメータ変更の判断とJ O B以外のパラメータ値及び露光装置の場合はアライメントの信号処理波形を取り込みの頻度の決定、O A P自体の実施、未実施、パラメータ変更では装置性能を満たすことができない状況（露光前の警告判断）等を自動で装置を監視して装置稼動状況の性能を最大限にひきだす手法を提供することが本実施形態の主眼とするところである。

#### 【0091】

図9は本実施形態の説明図である。縦軸は重ね合わせ性能を評価する基準となる精度を表している。精度は各半導体プロセス毎の精度許容値内で多段階の閾値レベルを設定されている。この例では閾値1～3の3つのレベルがある。

#### 【0092】

横軸は半導体プロセスの同一工程毎に同一露光装置での重ね合わせ性能を時系列に監視することを表す。各区間は半導体プロセス工程のロットを継続してモニタした精度状況の変化に対してどの閾値の範囲に入るかと区間毎の露光装置とO A Pシーケンス動作が変更になる区間を区間A～Dまで分けた例を示している。

#### 【0093】

次に縦軸の精度の定義と内容を述べることにする。精度基準は露光装置で露光後に重ね合わせ検査装置で計測した後の誤差による評価基準である。また一つはA G A計測でウエハ倍率、ウエハ回転、直行度などのウエハ面内誤差を求めてステージで追い込んだ後の残存誤差量も一つの基準となる。重ね合わせ検査装置と前記、残存誤差量の相関を求めることでJ O B以外のパラメータ値の擬似A G A精度結果も予測がつけられる。これらの評価データを図1のデータベース5に格納しておいて、装置動作状況、使用目的に応じて、前記評価データを評価して変更することも可能である。

#### 【0094】

次に閾値の定義を述べる。閾値の定義は次のように決める。閾値は各半導体デバイスのプロセス毎の精度許容値内で多段階の分割を行ったものである。閾値1以下は重ね合わせ精度許容値に対して十分なマージンがあり、J O Bパラメータ及び信号処理が最適と判断される精度レベルである。閾値1を越えて閾値2の範囲は精度が劣化する傾向をデータベース5に格納された前記評価用データベースを監視して、精度評価が劣化するのであれば、重ね合わせ検査装置で検査するロット内ウエハの検査の頻度を増やすようにする区間である。

#### 【0095】

閾値2を越えて閾値3の範囲はデータベース5に蓄積された前記データベース監視の結果重ね合わせ精度のマージンの余裕が減ったためにO A Pを適用する区間である。O A P適



用の判定は閾値2を超えたことで行う。PC4による各種多変量パラメータ最適化手法などのデータマイニング手法及びアライメント信号波形をPC4が複数の信号処理を比較検討して最適化信号処理選択をPC4が適用検討する精度レベルである。図9の区間Cで線分a~eはOAPのJOBパラメータ値の組み合わせを複数選択したことを示している。破線部分での処理はデータマイニング及び信号処理による最適化検討を行った後の前記データベースに格納された精度データの変化を示したものである。

【0096】

破線a, c, d, eは擬似AGAによる結果、線分bの実線は現在のJOBパラメータ値による精度を示している。線分bは現状のJOB設定値であるので、実際に露光装置で露光しているために重ね合わせ検査装置での重ね合わせデータは存在している。ここではeの破線で表しているJOB設定以外パラメータ値の組み合わせが閾値1以内であり、最適なパラメータ値の組み合わせである。

【0097】

閾値3を超える場合はOAPで最適化されたパラメータに変更する条件としている。ただし、区間Bで最適化のパラメータ条件が規定ロット数持続して、パラメータ値変更をする信頼性が確保しているものとする。閾値2の範囲内でも規定ロット安定性が確保されれば、最適化パラメータに変更可能に設定可能とすることも可能である。規定ロット数安定性が確保できなく、精度が悪化する傾向も予測されるので、不図示だが、閾値3と許容精度との間に警告リミットを設定することでこれを超えるようだとすぐに最適化パラメータ値に戻すようにもできる。

【0098】

この例では区間Bで最適化検討を実施した結果の最適化パラメータの組み合わせをデータベースから呼び出して実際に適用する場合を示した。

【0099】

次に区間に関する本実施形態の管理動作説明を行う。各区間は本実施形態の管理システムが各区間毎に動作を変更する範囲である。区間Aは閾値1以下で精度が非常に安定しているレベルでOAPを実施しない区間。ただしJOB設定のパラメータ値での精度監視のためにJOB設定の計測結果監視のためデータベース5にJOB設定のAGAデータ等の装置パラメータと処置処理結果のデータ蓄積と重ね合わせ検査動作は継続して行う。

【0100】

区間Bは閾値1と閾値2の範囲内にあたり許容精度マージンが減少する区間である。しかし、まだOAP適用とレベルの判定を確認するためにロット内で重ね合わせ検査装置で検査するウェハの検査サンプル数をデータベース5に確認されたJOB設定のAGA処理データと重ね合わせ検査装置のウェハサンプルデータを基に変更する。精度劣化があれば、重ね合わせ検査装置の検査頻度を増やすように本発明の管理システムが設定している。

【0101】

区間CはOAPを行い、OAPと露光装置によるJOB以外のAGAデータ取得をPC4が行い、各種パラメータの最適化検討と信号処理最適化検討をOAP上でシミュレート予測検討を行う区間である。各種信号処理を行い、最適パラメータ検討をPC4がデータベース5に蓄積された精度評価データを比較検討することで行われる。この段階でOAPによる十分な最適パラメータと信号処理選択検討が行われる。

【0102】

区間Dは区間Cで最適化パラメータ設定が実施された結果を示しており、閾値1の精度範囲が確認されたので、再度OAPを実施しない区間となる。

【0103】

次に各区間に関してOAPと露光装置動作に関して詳細な説明を行う。

【0104】

区間Aは精度許容値に対して十分に精度が安定している領域を示しており、ロットで設定したJOBパラメータが十分満足できる設定値にあたるために、OAPによってパラメータ変更をする必要がない領域である。そこでこの領域においてはスループットを低下させ



るJOB以外のAGAデータ取得を停止することで装置のスループット低下を防止できる。JOB以外のAGA計測データをADULにより、PC4が参照するデータベースに取得して、格納する必要がある領域である。これらのADULを実施しないの判定は閾値1をしたまわるロット数が規定ロット継続したことで決めるようにすることができる。規定ロットは変更可能で、JOB設定で設定を決めるようにしても良い。

#### 【0105】

区間Bは精度がだんだん悪化した例を示す状況を表している。閾値1を超えた場合の例である。閾値1を超えた状況ではまだパラメータの変更は行わずに区間Cは閾値2を上回った場合である。この場合はさらに許容精度に対するマージンが少なくなったのでOAPを実際に適用する。OAPに必要なJOB以外のパラメータ値によるデータを取得できるように装置を移動させる。すなわちAGAの例でいえば、JOB設定以外のウェハポジションのアライメント計測を行い、アライメント波形データを取得する。PC4で取得したアライメント信号を元に擬似AGA動作を行って最適なパラメータの組み合わせをデータベースに格納しておく。重ね合わせ精度を監視しながら、重ね合わせ精度の変化をデータベースに記録しておく。閾値2を超えない範囲でデータベース5に蓄積された重ね合わせ精度評価データを逐次監視して精度が悪化する傾向（悪化したとの判断は精度評価データが継続して規定ロット劣化したとする判断で行える。）であれば、JOB以外のAGAデータを取得する頻度を増やすことでJOB以外のパラメータ値決定の信頼度は増す。しかし、取り込み頻度が増すのでその分スループットが低下する欠点を有する。

#### 【0106】

区間Cにおいて閾値3を上回った場合である。（区間Cの実線が現在のJOBパラメータ値での装置動作）この場合は許容精度に対するマージンが更に少なくなったのでパラメータ最適化、変更動作を実施するレベルである。既に区間Cの中で候補となるJOB設定パラメータ候補は確定している状況があるので、すぐに適用が可能になる。

#### 【0107】

破線a, c, d, eで書いてあるのは予測適用例を示している。区間Cで最適パラメータ設定である閾値1内は破線eの最適化パラメータ例を実施してこの例では閾値1に戻った例を示している。閾値1にまで下がらない場合も想定されるが、その場合は最適なパラメータ値を選択する。

#### 【0108】

区間Dは区間CでOAPによるJOBパラメータ値が最適化された状況を示しており精度が安定状態に戻った例を示している。

#### 【0109】

以上が図9を使用した説明である。この実施例で装置の稼動状況を多段階の精度評価基準に合わせて細やかに評価して、装置と管理システムの動作を変更していくことで装置性能を左右する最適パラメータの設定と信号処理選択が効果的に行われる。

#### 【0110】

本実施形態は各半導体プロセスに要求される許容精度を前期、複数の精度の評価基準に対して多段階の閾値で分割してこれらに対して装置性能を時系列的に評価して、閾値の変動状況に応じて装置動作を変更していくことが特徴である。前記図9の例では装置動作は4つのモード（区間A～D）を設定する例を述べたが、使用する産業用装置に応じて、動作の変更を行うことが可能である。

#### 【0111】

##### <第4の実施形態>

次に第4の実施形態として、産業装置に応じた閾値レベルの変更方法と最適パラメータの予測設定方法に関して述べる。

#### 【0112】

露光装置のアライメントに関する例においては、アライメントに関するパラメータの最適化を行う判断レベルに対する閾値レベル、パラメータを最適化する候補のパラメータ値を比較検討するためにJOB設定以外のパラメータ動作で装置を動作させて、JOB以外の

パラメータ動作をさせたデータを取得する頻度を判断する閾値レベル、設定したパラメータが許容精度レベルを十分に満足して、継続して安定した装置性能が得られるため、あえてJOB設定のパラメータを変更する必要がないと判断できる閾値レベルを設定できる。これらの閾値は装置性能を時系列的に監視する手段を持つことで装置状況の変動に対して、変更することが可能である。閾値のレベルに関する分割方式はOAPによるJOBとJOB以外の計測データと重ね合わせ検査装置の計測データを逐次蓄積して、時系列的な変動傾向を確認してから分類する手法を取ってもいいし、予め半導体プロセスに対する装置の重ね合わせ精度状況に応じて分けても良い。露光装置での重ね合わせ精度が良い半導体プロセス工程は比較的重ね合わせ精度が安定しているので許容要求精度に対するマージンを大きくとることが可能である。

#### 【0113】

逆に露光装置での重ね合わせ精度が悪い半導体プロセス工程は許容精度に対するマージンが取れないためにより、PC4による最適化判断を的確に予測を行いながらパラメータ値選択と信号処理選択を行うことが必要となる。ここでいままでに取得したデータベースに蓄積されたデータを解析し予測する手法である。例えばAGA計測結果と重ね合わせ検査装置との相関関係を求めることで、AGA計測結果を代用できる。またアライメントの信号処理を行う際に使用するアライメントマーク間隔（各マーク間隔のばらつき：各マーク間隔は同一値の設計値を持つため各マークエレメント間のばらつきで評価してもよい）をAGAの各計測ショット、AGA計測補正後の残存誤差との相関を求めることで評価基準として使用可能である。

#### 【0114】

またパラメータ間に相関関係を求める際に意思決定システムとかニューラルネットワーク手法を一例とするデータマイニングを使った最適化の手法が有効になる。パラメータ変更と蓄積された前記各種精度評価基準との相関関係をデータマイニング手法で最適化していくことで、より少ない予測パラメータ候補を比較することで、装置パラメータの最適化を行うことが可能になる。

#### 【0115】

##### <第5の実施形態>

実施形態1～4では、半導体製造装置のうち、露光装置のアライメントにパラメータ最適化による実施例を示したが、他の半導体製造装置に関しても本発明のパラメータ変更と最適化の手法は適用可能である。パラメータの種類を変更することと、閾値の設定条件の段数を装置にパラメータの最適化する計測、制御ユニットに関して、適用が可能となる。

#### 【0116】

以上のように、上記各実施形態によれば、装置のC.O.Oを上げることを可能とした。

#### 【0117】

次に上記説明した半導体露光装置を利用した半導体デバイスの製造プロセスを説明する。図10は半導体デバイスの全体的な製造プロセスのフローを示す。ステップS201（回路設計）では半導体デバイスの回路設計を行う。ステップS202（マスク製作）では設計した回路パターンを形成したマスクを製作する。一方、ステップS203（ウエハ製造）ではシリコン等の材料を用いてウエハを製造する。ステップS204（ウエハプロセス）は前工程と呼ばれ、上記用意したマスクとウエハを用いて、リソグラフィ技術によってウエハ上に実際の回路を形成する。次のステップS205（組立て）は後工程と呼ばれ、ステップS204によって作製されたウエハを用いて半導体チップ化する工程であり、アッセンブリ工程（ダイシング、ボンディング）、パッケージング工程（チップ封入）等の組立て工程を含む。ステップS206（検査）ではステップS205で作製された半導体デバイスの動作確認テスト、耐久性テスト等の検査を行う。こうした工程を経て半導体デバイスが完成し、これを出荷（ステップS207）する。前工程と後工程はそれぞれ専用の別の工場で行い、これらの工場毎に上記説明した遠隔保守システムによって保守がなされる。また前工程工場と後工程工場との間でも、インターネットまたは専用線ネットワークを介して生産管理や装置保守のための情報がデータ通信される。

## 【0118】

図11は上記ウエハプロセスの詳細なフローを示す。ステップS211（酸化）ではウエハの表面を酸化させる。ステップS212（CVD）ではウエハ表面に絶縁膜を成膜する。ステップS213（電極形成）ではウエハ上に電極を蒸着によって形成する。ステップS214（イオン打ち込み）ではウエハにイオンを打ち込む。ステップS215（レジスト処理）ではウエハに感光剤を塗布する。ステップS216（露光）では上記説明した露光装置によってマスクの回路パターンをウエハに焼付露光する。ステップS217（現像）では露光したウエハを現像する。ステップS218（エッチング）では現像したレジスト像以外の部分を削り取る。ステップS219（レジスト剥離）ではエッチングが済んで不要となったレジストを取り除く。これらのステップを繰り返し行うことにより、ウエハ上に多重に回路パターンを形成する。上記工程で使用する露光装置は上記説明した管理システムによって最適化がなされているので、パラメータ固定による経時劣化等を未然に防ぐと共に、もし経時変化が発生しても量産現場を停止させず、且つ処理スピードの低下も適切に防止して最適化修正が可能で、従来に比べて半導体デバイスの生産性を向上させることができる。

## 【0119】

なお、上記各実施形態では、産業用機器として半導体露光装置を用い、ウエハアライメントのパラメータ値を最適化する場合を説明したが、本発明はこれに限定されるものではない。例えばCMP装置に対して適用しても良いし、半導体露光装置のウエハフォーカス機能に関して適用してもよい。

また、本発明は、前述した各実施形態の機能を実現するソフトウェアのプログラムコードを記録した記憶媒体を、システムあるいは装置に供給し、そのシステムあるいは装置のコンピュータ（またはCPUやMPU）が記憶媒体に格納されたプログラムコードを読み出し実行することによっても、達成されることは言うまでもない。

## 【0120】

この場合、記憶媒体から読出されたプログラムコード自体が前述した実施形態の機能を実現することになり、そのプログラムコードを記憶した記憶媒体は本発明を構成することになる。

## 【0121】

プログラムコードを供給するための記憶媒体としては、例えば、フロッピーディスク、ハードディスク、光ディスク、光磁気ディスク、CD-ROM、CD-R、磁気テープ、不揮発性のメモ리카ード、ROMなどを用いることができる。

## 【0122】

また、コンピュータが読出したプログラムコードを実行することにより、前述した実施形態の機能が実現されるだけでなく、そのプログラムコードの指示に基づき、コンピュータ上で稼働しているOS（オペレーティングシステム）などが実際の処理の一部または全部を行い、その処理によって前述した実施形態の機能が実現される場合も含まれることは言うまでもない。

## 【0123】

さらに、記憶媒体から読出されたプログラムコードが、コンピュータに挿入された機能拡張ボードやコンピュータに接続された機能拡張ユニットに備わるメモリに書込まれた後、そのプログラムコードの指示に基づき、その機能拡張ボードや機能拡張ユニットに備わるCPUなどが実際の処理の一部または全部を行い、その処理によって前述した実施形態の機能が実現される場合も含まれることは言うまでもない。

## 【0124】

<発明の実施の態様>

本発明は、更に以下の各実施態様を開示する。

## 【0125】

<態様1> 産業用機器を管理する管理システムで、該産業用機器における所定パラメータの値を変更するための検査動作の頻度を変更する機能を有することを特徴とする管理シ



システム。

【0126】

＜態様2＞ 前記検査動作の頻度を、該検査動作の結果に基づいて変更することを特徴とする態様1記載の管理システム。

【0127】

＜態様3＞ 前記検査動作の頻度を、該検査動作における、誤差周期、誤差ばらつきの少なくともいずれかに基づいて変更することを特徴とする態様1記載の管理システム。

【0128】

＜態様4＞ 前記検査動作の頻度を、該検査動作の統計的結果に基づいて決定することを特徴とする態様1記載の管理システム。

【0129】

＜態様5＞ 前記頻度の決定は、前記検査結果が安定したと判断された時点で実行される態様1記載の管理システム。

【0130】

＜態様6＞ 設定パラメータ値及び他のパラメータ値を用いて産業用機器を動作させて得られる実際の処理結果と推量された処理結果を取得する取得手段と、

前記設定パラメータ値による処理結果を検査して検査結果値を取得し蓄積する検査手段と、

前記取得手段で取得された処理結果と前記検査手段による検査結果値に基づいて前記設定パラメータ値を変更する変更手段と、

前記検査手段で蓄積された検査結果値に基づいて、処理結果の変動状態を評価する評価手段と、

前記評価手段による評価結果に基づいて前記取得手段を実行すべき頻度を決定する決定手段と

を備えることを特徴とする管理システム。

【0131】

＜態様7＞ 前記評価手段は、前記検査手段による検査結果としての処理結果と検査値とのずれ量の変動周期を求め、

前記決定手段は、前記変動周期に基づいて前記頻度を決定することを特徴とする態様6に記載の管理システム。

【0132】

＜態様8＞ 前記評価手段は、前記検査手段による検査結果としての処理結果と検査値とのずれ量のばらつきを求め、

前記決定手段は、前記ばらつきの程度に基づいて前記頻度を決定することを特徴とする態様6に記載の管理システム。

【0133】

＜態様9＞ 前記決定手段は、前記ずれ量のばらつきに関して多段階に複数の閾値を用意し、前記評価手段で求めたばらつきがどの領域に入るかに基づいて前記頻度を決定することを特徴とする態様8に記載の管理システム。

【0134】

＜態様10＞ 前記決定手段は、

前記評価手段による評価結果に基づいて前記評価手段を実行すべき頻度を決定し、

所定数量の処理結果に対する前記評価手段の評価結果が安定したと判定された場合にその時点の頻度を前記取得手段を実行すべき頻度に決定することを特徴とする態様6に記載の管理システム。

【0135】

＜態様11＞ 前記評価手段を実行すべき頻度が未決定の間は、前記評価手段を全ての処理結果について実行することを特徴とする態様10に記載の管理システム。

【0136】

＜態様12＞ 前記評価手段は、前記検査結果を時系列的に統計処理してその変動状態を



評価することを特徴とする態様6に記載の管理システム。

【0137】

＜態様13＞ 前記変動状態に基づいて、前記設定されたパラメータ値を最適化する必要があるか否かを判定する判定手段と、最適化する必要があると判定された場合に、前記取得手段と最適化手段によるパラメータ値の最適化を実行させる最適化実行手段を更に備えることを特徴とする態様10に記載の管理システム。

【0138】

＜態様14＞ 前記最適化実行手段によってパラメータ値が変更された場合、前記検査手段はその変更後の所定量の処理結果については全数を検査することを特徴とする態様13に記載の管理システム。

【0139】

＜態様15＞ 前記判定手段は、前記処理結果の変動状態が急激に変化した場合に前記設定されたパラメータ値を最適化する必要があると判定することを特徴とする態様13に記載の管理システム。

【0140】

＜態様16＞ 前記評価手段は、前記取得手段で取得された実際の処理結果と推量された処理結果、及び前記検査手段で蓄積された検査結果に基づいて、処理結果の変動状態を評価することを特徴とする態様6に記載の管理システム。

【0141】

＜態様17＞ 前記取得手段の取得動作の実施、未実施は、前記検査手段の検査結果に基づいて決定されることを特徴とする態様6に記載の管理システム。

【0142】

＜態様18＞ 前記産業用機器は半導体露光装置であることを特徴とする態様1に記載の管理システム。

【0143】

＜態様19＞ 前記所定パラメータは、前記半導体露光装置におけるウエハの位置合わせを行うためのパラメータであることを特徴とする請求項17に記載の管理システム。

【0144】

＜態様20＞ 態様1に記載の管理システムによって管理された産業用機器で製造することを特徴とするデバイスの製造方法。

【0145】

＜態様21＞ 産業用機器と該産業用機器の処理の結果を検査する検査装置を管理する管理装置の制御方法で、該産業用機器における所定パラメータの値を変更するための前記検査装置の検査動作の頻度を変更させることを特徴とする管理装置の制御方法。

【0146】

＜態様22＞ 態様20に記載の制御方法をコンピュータに実行させる制御プログラムを格納する記憶媒体。

【0147】

＜態様23＞ 態様20に記載の制御方法をコンピュータに実行させる制御プログラム。

【0148】

【発明の効果】

以上説明したように、本発明によれば、産業用機器の量産稼働中において、その産業用機器のパラメータ値を最適化することが可能となる。また、本発明によれば、量産稼働のスループットの低減を防止しつつ、量産稼働中におけるパラメータ値の最適化を達成することが可能となる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本実施形態による露光管理システムの全体の概略構成を示す図である。

【図2】本実施形態による半導体露光装置のアライメント変数の値の最適化の手順（OAP）を説明するフローチャートである。

【図3】第1の実施形態によるウェハサンプリングの実行頻度決定処理を説明するフローチャートである。

【図4】第1の実施形態による、ウェハのアライメント精度変動のレベルの判定分析例を示す図である。

【図5】第1の実施形態による、ウェハのアライメント精度変動のレベルの判定分析例を示す図である。

【図6】第1の実施形態による、ウェハのアライメント精度変動のレベルの判定分析例を示す図である。

【図7】第1の実施形態による、ウェハのアライメント精度変動のレベルの判定分析例を示す図である。

【図8】第2の実施形態によるウェハサンプリングの実行頻度決定処理を説明するフローチャートである。

【図9】第3の実施形態による、ウェハのアライメント精度変動のレベルの判定分析例を示す図である。

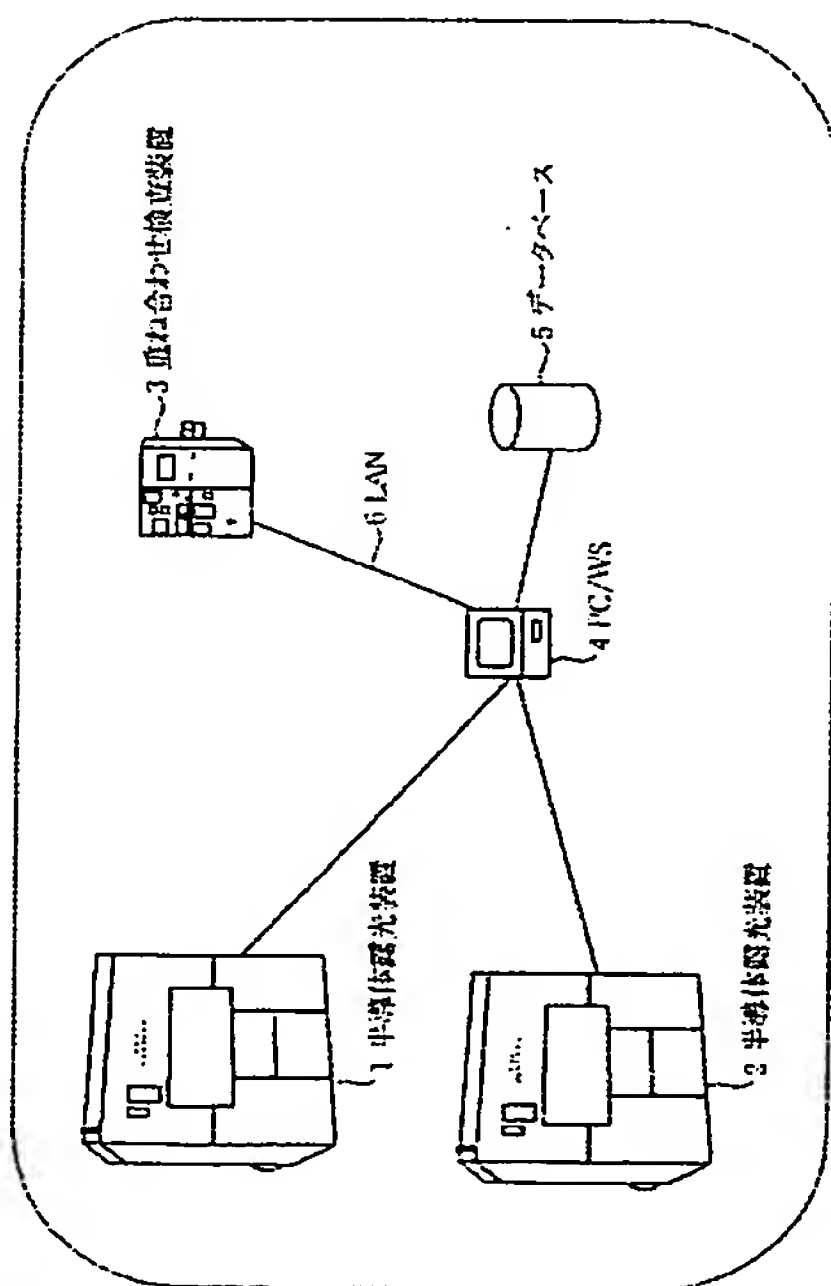
【図10】デバイスの製造プロセスのフローを説明する図である。

【図11】ウェハプロセスを説明する図である。

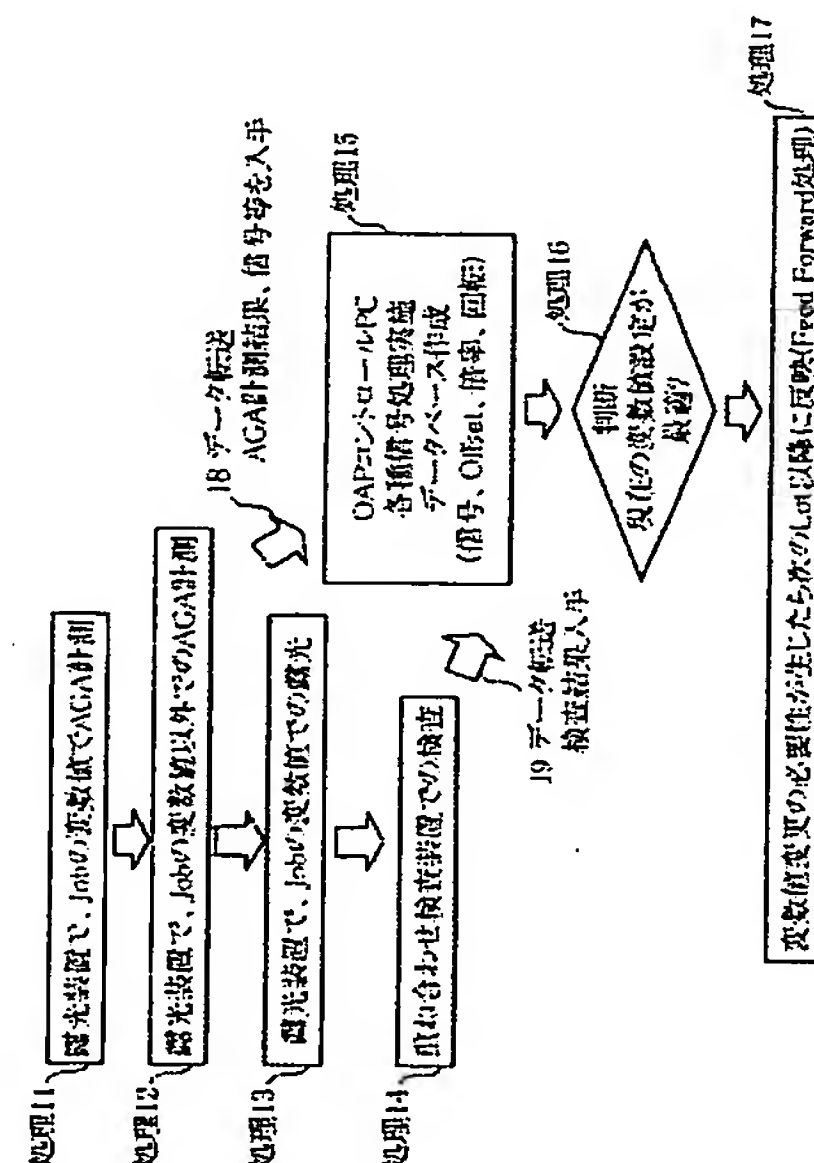
# 【符号の説明】

- 1 半導体露光装置
- 2 半導体露光装置
- 3 重ね合わせ検査装置
- 4 PC又はワークステーション
- 5 データベース
- 6 LANケーブル

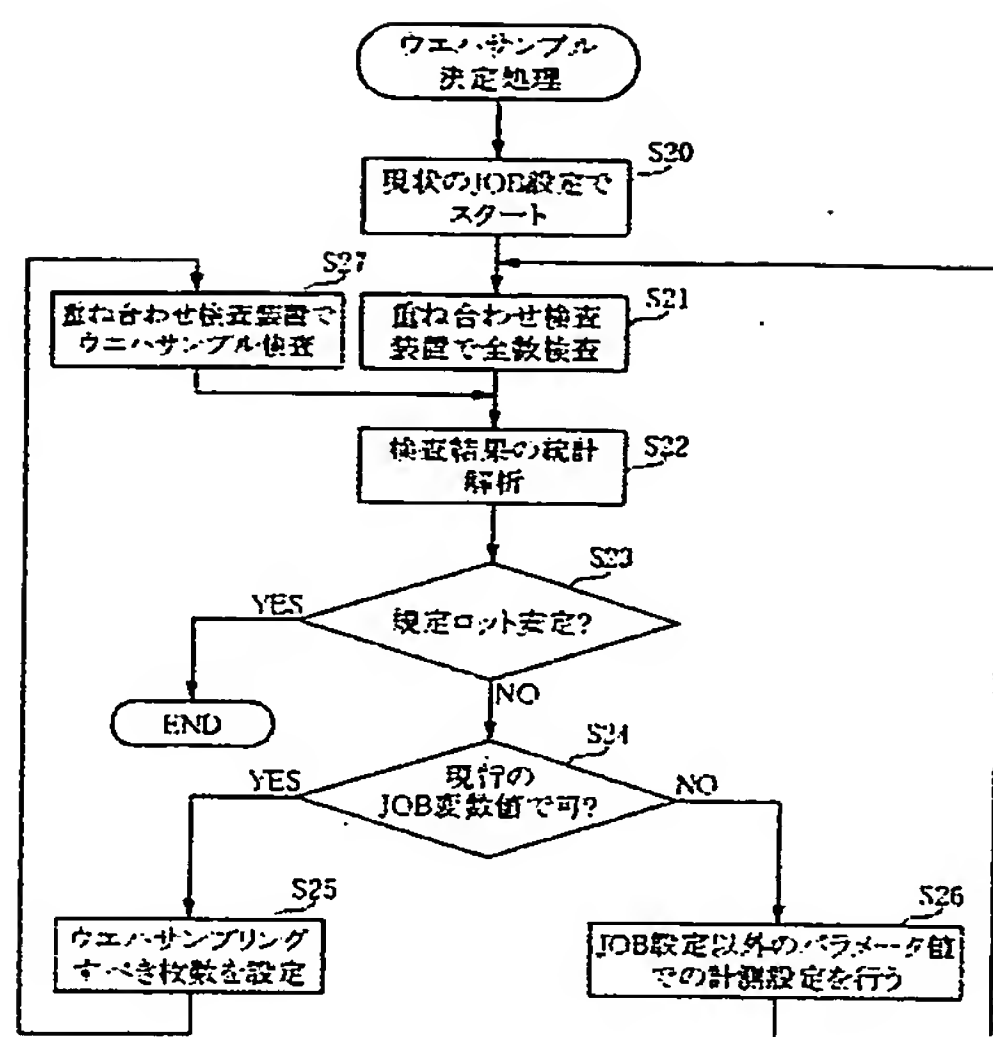
【図1】



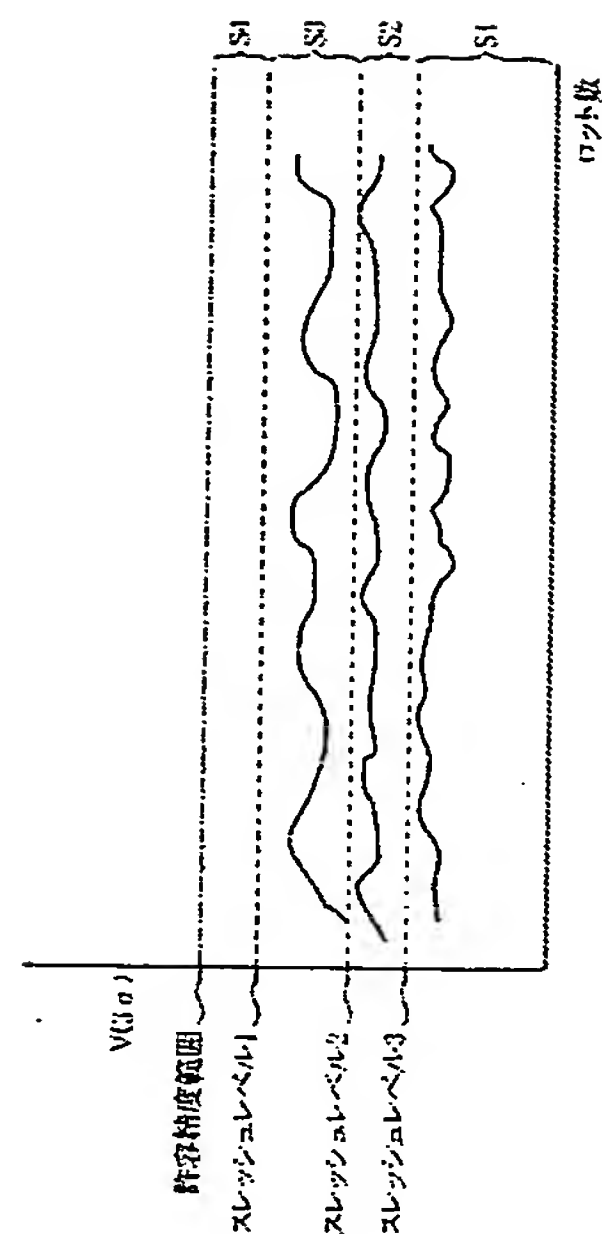
【図2】



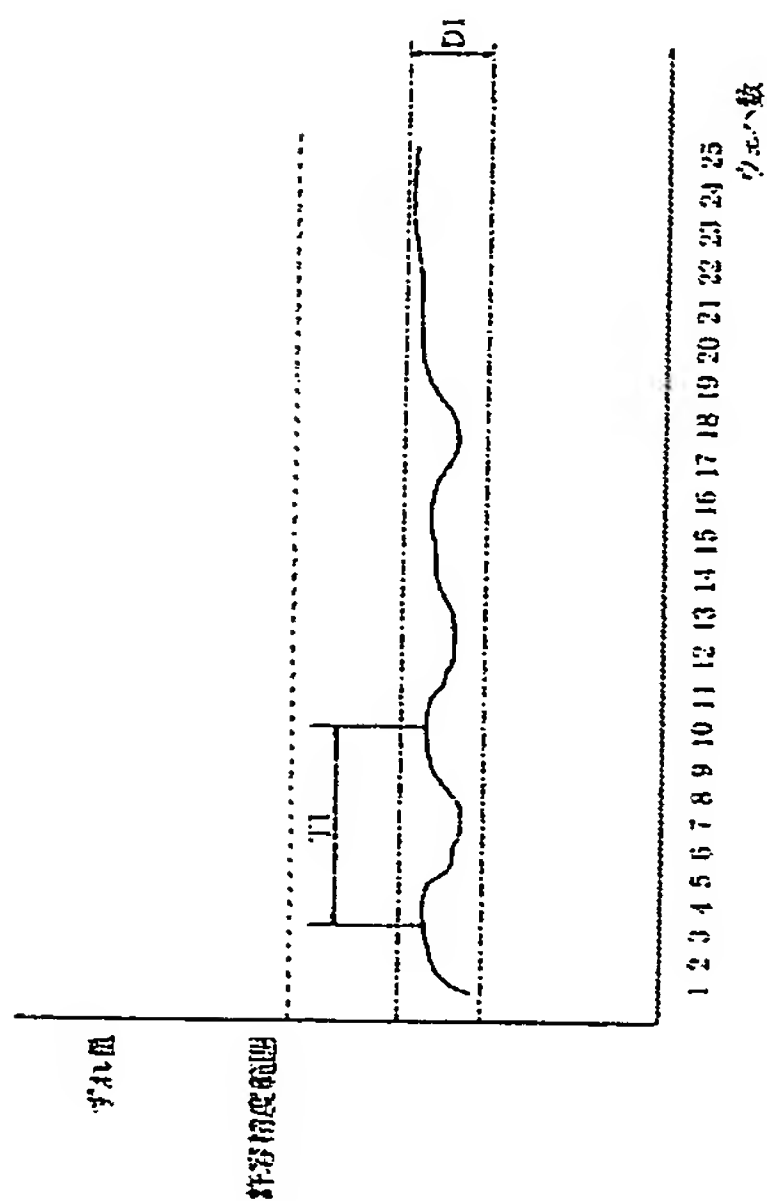
【図3】



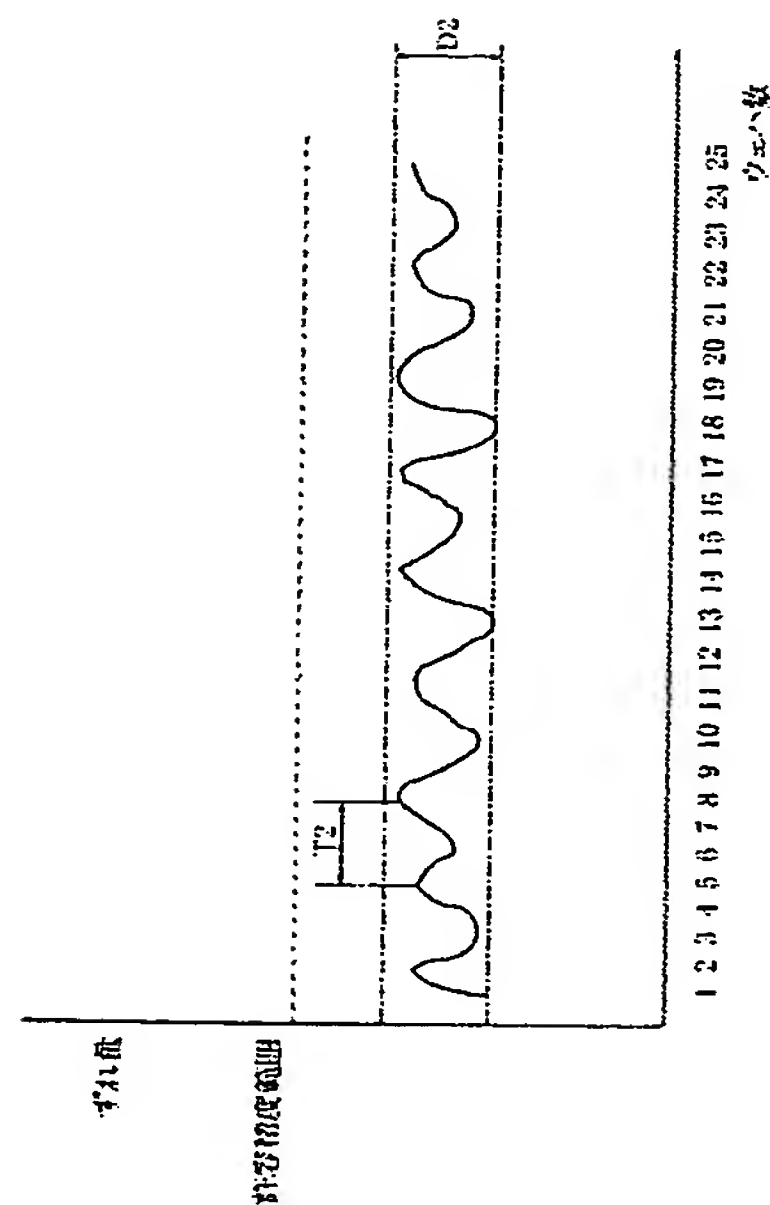
【図4】



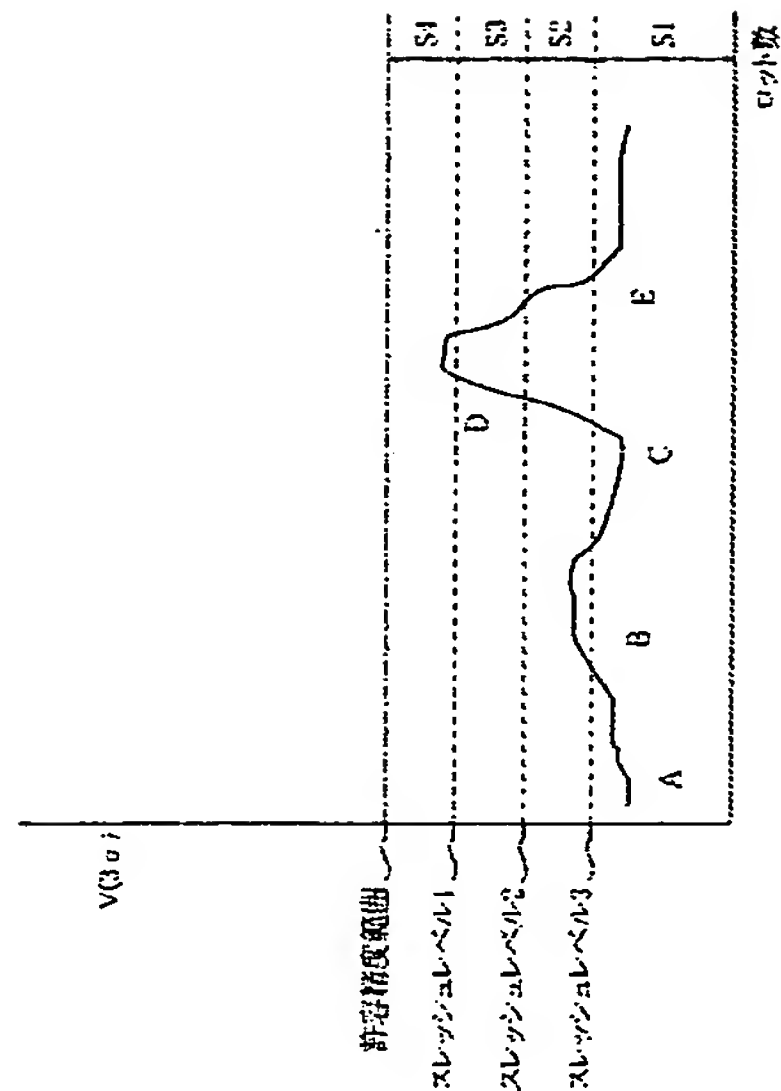
【図5】



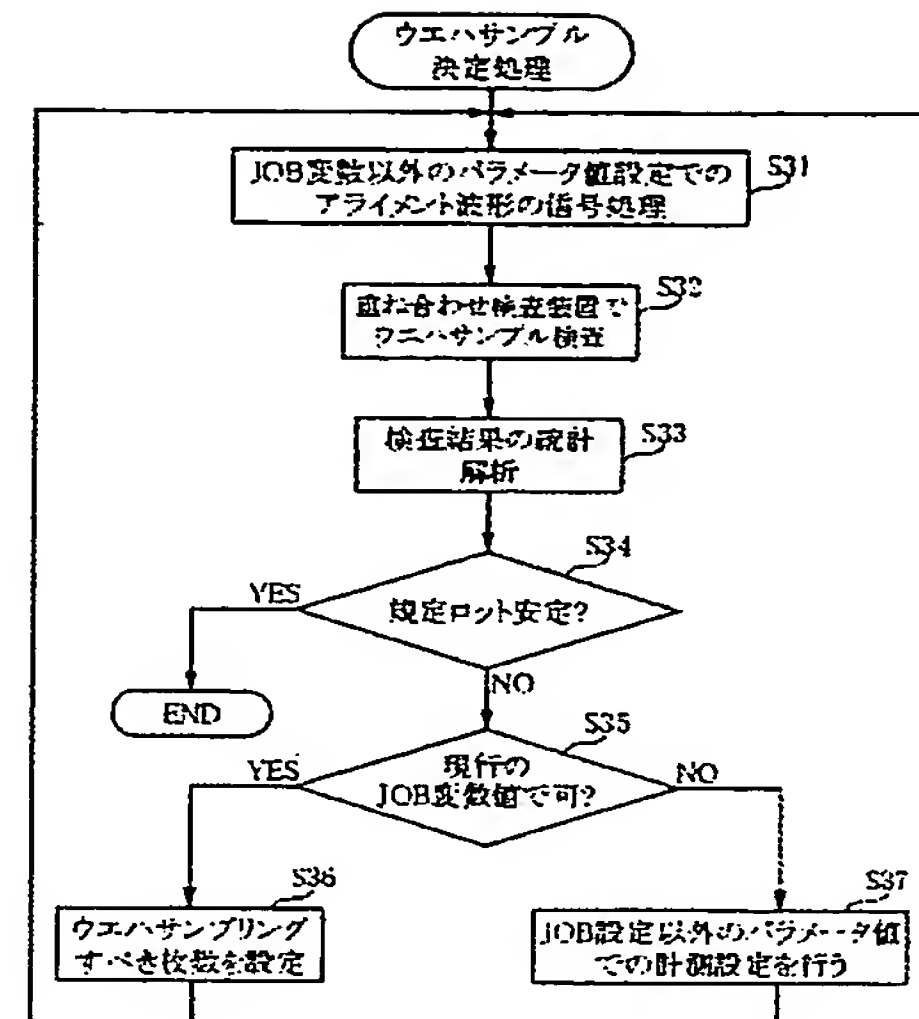
【図6】



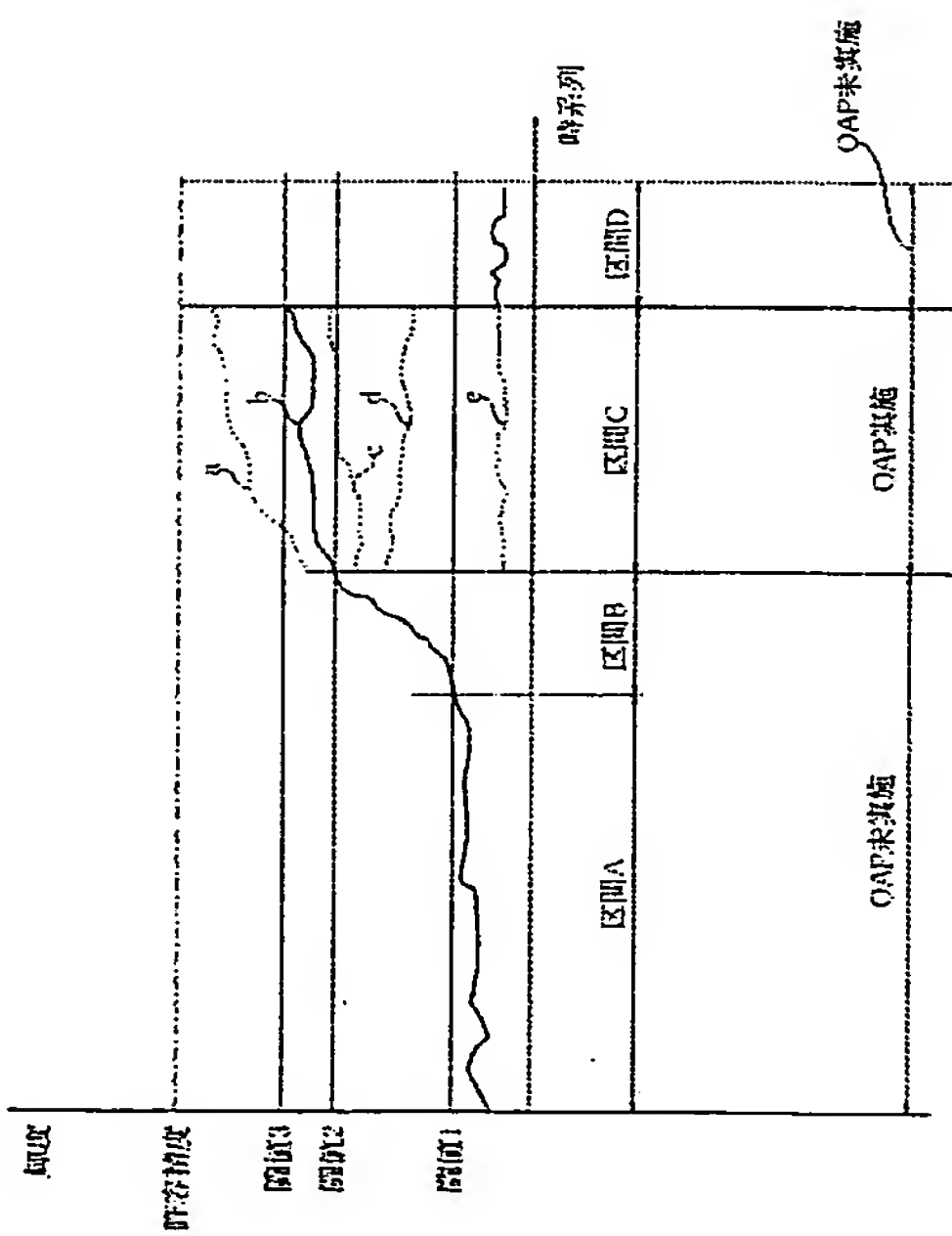
【図7】



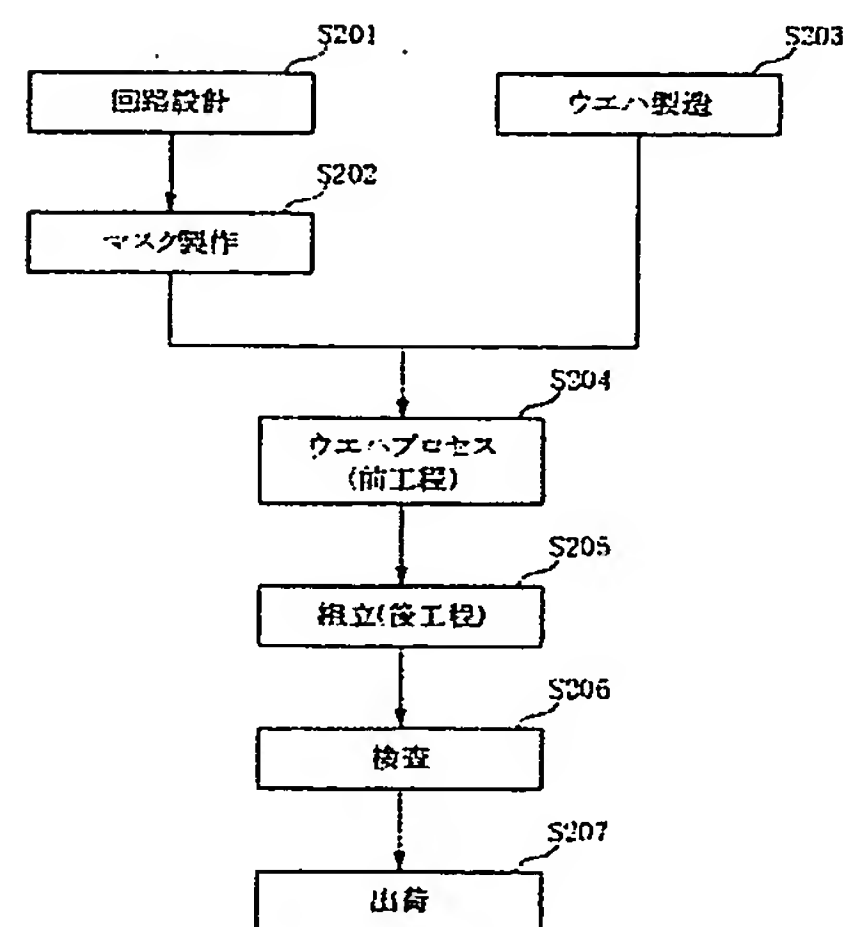
【図8】



【図9】



【図10】







---

フロントページの続き

- (72) 発明者 大石 哲  
東京都大田区下丸子3丁目30番2号キャノン株式会社内
- (72) 発明者 松本 隆宏  
東京都大田区下丸子3丁目30番2号キャノン株式会社内
- (72) 発明者 千徳 孝一  
東京都大田区下丸子3丁目30番2号キャノン株式会社内
- Fターム(参考) 5F046 AA28 DD06 FC03 FC04

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record.**

## **BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☒ FADED TEXT OR DRAWING
- ☒ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☒ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**